

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“DISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA  
NUTRITIVA A BASE DE MACHICA Y LECHE PARA LA  
MOLINERA SAN LUIS”**

**Tesis de Grado Previa la Obtención del Título de:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**EDISON GEOVANNY CHOTO RAMOS**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2012**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres que con su apoyo incondicional tanto moral como económico me han sabido guiar en el transcurso de mi vida estudiantil.

A mis amigos y compañeros de la Facultad que con sus consejos y ánimos me han dado la fuerza para seguir adelante y también agradezco a mis profesores y personal del laboratorio, que con su enseñanza ha sido posible obtener el conocimiento.

Al Ing. Cesar Avalos por su asesoría y dirección en el trabajo de tesis y la Dr. Olga Lucero por su colaboración y asesoría, ambos distinguidos Docentes de la Facultad.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron de cualquier manera para la culminación de este trabajo de investigación.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo que es el resultado del apoyo incondicional de mis seres queridos en tal virtud lo dedico a ti DIOS por permitirme transitar por este mundo maravilloso.

Con mucho amor y cariño a mis inolvidables Padres Luis y Carmen, por su amor y por darme el ejemplo de la constancia y trabajo, a mi tía Julia por ser un pilar importante en mi vida.

A mí querida hermana: Carla por apoyarme y ser un pilar fundamental para alcanzar el éxito deseado.

## HOJA DE FIRMAS

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Silvio Álvarez DECANO FAC. CIENCIAS	_____	_____
Ing. Mario Villacres DIRECTOR ESC. ING. QUÍMICA	_____	_____
Ing. César Ávalos DIRECTOR DE TESIS	_____	_____
Dra. Olga Lucero MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____
Tec. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DOCUMENTACIÓN	_____	_____
NOTA DE TESIS	_____	

Yo, Edison Geovanny Choto Ramos, soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

INEN	Instituto Nacional de Normalización
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
NTE	Normas Técnicas Ecuatorianas
$C_p$	Capacidad calorífica
mg/L	Miligramos por litro
pH	Potencial de Hidrógeno
Pa.s	Pascal por segundo
NRe	Número de Reynolds
$\mu$	Viscosidad dinámica
$\nu$	Viscosidad cinemática
$\rho$	Densidad
cp	Centipoise
Q	Flujo de Calor

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Pp:

CARATULA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
HOJA DE FIRMAS.....	iv
HOJA DE RESPONSABILIDAD.....	v
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	vi
TABLA DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	18
SUMMARY.....	19
INTRODUCCIÓN.....	20
ANTECEDENTES.....	22
JUSTIFICACIÓN.....	24
OBJETIVOS.....	27

## CAPÍTULO I

<b>1 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
1.1 CEBADA (Hordeumvulgare) .....	29
1.1.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA .....	29
1.1.2 VARIEDAD DE CEBADAS .....	30
1.1.3 ORIGEN .....	31
1.1.4 MORFOLOGÍA .....	32
1.1.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	33
1.1.6 LA SEMILLA DE LA CEBADA.....	34
1.1.7 DENSIDAD DE LA CEBADA.....	34

1.1.8	INFORME NUTRICIONAL.....	35
1.1.9	BENEFICIOS.....	36
1.1.10	CONSUMO MUNDIAL .....	37
1.1.11	CEBADA EN EL ECUADOR .....	38
1.2	LA MACHICA .....	41
1.2.1	ORIGEN .....	42
1.2.2	INFORMACIÓN NUTRICIONAL.....	42
1.2.3	BENEFICIOS NUTRICIONALES.....	43
1.3	LA INDUSTRIA LACTEA .....	44
1.3.1	INTRODUCCIÓN.....	44
1.4	LECHE .....	44
1.4.1	DEFINICIONES .....	45
1.4.2	COMPOSICIÓN QUÍMICA .....	45
1.4.3	PROPIEDADES FÍSICAS.....	47
1.4.4	PROPIEDADES TÉRMICAS .....	50
1.4.5	INFORME NUTRICIONAL.....	51
1.4.6	CASOS EN QUE SU CONSUMO.....	52
1.4.7	CASOS EN LOS QUE SE RESTRINGE SU CONSUMO.....	52
1.4.8	DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD.....	53
1.5	ADITIVOS .....	54
1.5.1	FUNCIONES .....	54
1.5.2	CLASIFICACIÓN.....	55
1.6	ESPECIAS Y CONDIMENTOS.....	56
1.6.1	CANELA.....	56
1.6.2	CLAVO DE OLOR .....	57
1.6.3	ESENCIA DE VAINILLA .....	58
1.7	EDULCORANTES.....	59
1.7.1	FUNCIONES .....	59
1.7.2	TIPOS.....	59
1.7.3	AZÚCAR.....	60
1.8	EMULSIFICANTE .....	62
1.8.1	CARACTERÍSTICAS DE UN EMULGENTE .....	63
1.8.2	CLASIFICACIÓN.....	63
1.8.3	FUNCIONES .....	64
1.8.4	EFICACIA DE UN EMULSIFICANTE EN LA ESTABILIDAD.....	64
1.8.5	GELATINA.....	65



1.9	BEBIDA LÁCTEA COMPUESTA .....	65
1.9.1	CLASIFICACIÓN.....	65
1.10	VIDA DE ANAQUEL .....	66
1.10.1	FACTORES FUNDAMENTALES QUE INFLUYEN EN LA VIDA DE ANAQUEL DE UN ALIMENTO .....	66
1.10.2	VIDA DE ANAQUEL ACELERADA .....	67
1.10.3	CINETICA DE LA ECUACION DE ARRHENIUS .....	68
1.11	ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO .....	70
1.11.1	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD.....	70
1.11.2	DETERMINACIÓN DE CENIZAS.....	71
1.11.3	DETERMINACIÓN DE FIBRA.....	72
1.11.4	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA.....	72
1.11.5	EXTRACTO ETÉREO.....	72
1.11.6	EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO .....	73
1.12	PROCESO.....	73
1.13	PROCESOS INDUSTRIALES .....	73
1.14	OPERACIONES UNITARIAS .....	74
1.15	DIAGRAMA DE FLUJO .....	74
1.16	BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA .....	74
1.17	VARIABLES.....	75
1.17.1	CANTIDAD DE MATERIA PROCESADA.....	75
1.17.2	DENSIDAD RELATIVA .....	75
1.17.3	VISCOSIDAD .....	75
1.17.4	CALOR.....	77
1.17.5	CAPACIDAD CALORÍFICA.....	77
1.18	BALANCE DE MATERIA .....	77
1.19	BALANCE DE ENERGIA.....	78
1.20	MARMITA .....	80
1.20.1	TIPOS DE MARMITA.....	80
1.20.2	DISEÑO DE UNA MARMITA .....	81

## CAPITULO II

<b>2</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL .....</b>	<b>87</b>
<b>2.1</b>	<b>MUESTREO.....</b>	<b>87</b>

2.1.1	TIPO DE MUESTREO.....	87
2.1.2	FUNDAMENTO .....	87
<b>2.2</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>87</b>
2.2.1	MÉTODOS .....	87
2.2.2	TÉCNICAS .....	93
<b>2.3</b>	<b>DATOS EXPERIMENTALES.....</b>	<b>93</b>
2.3.1	FORMULACIONES DE LA BEBIDA.....	94
2.3.2	RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE LA LECHE , MACHICA Y DE LA BEBIDA.....	95
<b>2.4</b>	<b>DATOS ADICIONALES.....</b>	<b>96</b>
2.4.1	RESULTADO DE LA PRUEBA DE DEGUSTACION INFORMACION GENERAL .....	96
2.4.2	RESULTADO DE LA PRUEBA DE DEGUSTACION ANALISIS SENSORIAL .....	105

### **CAPITULO III**

<b>3</b>	<b>LINEA DE INVESTIGACION .....</b>	<b>109</b>
<b>3.1</b>	<b>CALCULOS .....</b>	<b>109</b>
3.1.1	LECHE .....	109
3.1.2	MACHICA.....	111
3.1.3	BEBIDA LACTEA A BASE DE MACHICA Y LECHE.....	118
3.1.4	DISEÑO DEL PROCESO PARA ELABORAR LA COLADA DE MACHICA .....	129
<b>3.2</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>160</b>
<b>3.3</b>	<b>ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>167</b>

### **CAPITULO IV**

<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>186</b>
<b>4.1</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>186</b>
<b>4.2</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>188</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>190</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>200</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pp:</b>
1.1-1 Cebada <i>Hordeum vulgare</i> .....	1
1.1.2-1 Variedades de Cebada.....	2
1.1.6-1 Estructura de la Semilla de Cebada.....	5
1.1.11-1 Mapeo de la Cadena de Cebada en el Ecuador.....	9
1.1.11.5-1 Zonificación del Cultivo de Cebada en el Ecuador.....	10
1.2-1 Machica.....	11
1.4-1 Leche Pasteurizada.....	13
1.5-1 Aditivos Alimentarios.....	21
1.6-1 Especies y Condimentos.....	22
1.7.3-1 Azúcar de Mesa.....	26
1.20-1 Marmita con Agitación.....	40
1.20.2.2-1 Equipo de Agitación.....	42
3.3-1 Dimensiones de la Marmita con Agitación.....	109

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pp:
1.1.2.1-1 Variedades de Cebadas que existen en el Ecuador.....	2
1.1.7-1 Densidad relativa de Algunas Variedades de Cebada.....	5
1.1.8-1 Composición Nutricional de la Cebada.....	6
1.2.2-1 Información Nutricional de la Machica Tostada.....	12
1.4.3-1 Densidades de los Componentes de una Leche Entera.....	16
1.4.4-1 Capacidades Caloríficas de diferentes fracciones Lácteas.....	19
1.4.5-1 Aporte Nutricional de la Leche Pasteurizada.....	19
1.20.2.2-1 Transferencia de Calor del Acero Inoxidable 304.....	43
2.2.1-1 Proporciones que se Utilizaron para Elaborar las Bebidas.....	46
2.2.1-2 Cantidad de emulsificante en relación al volumen de la bebida.....	47
2.2.1-3 Formulación Final de la Bebida a Base de Machica y Leche.....	47
2.2.1.1-1 Condiciones a las que son Expuestas las Muestras.....	48
2.2.1.1-2 Muestra 1 Condiciones de Refrigeración.....	48
2.2.1.1-3 Muestra 2 Condiciones de Temperatura Ambiente.....	48
2.2.1.1-4 Muestra 3 Condiciones Aceleradas (30°C).....	48
2.2.1.2-1 Determinación de la viscosidad de la leche con el husillo L1.....	49
2.2.1.2-2 Determinación de la Viscosidad de la Colada de Machica Utilizando el Husillo L1.....	49
2.2.1.2-3 Determinación de la Viscosidad de la Colada de Machica Utilizando el Husillo L2.....	50
2.2.2-1 Técnicas utilizadas en la Elaboración de la Formulación B.....	50
2.3.1-1 Formulaciones de las Bebidas.....	51
2.3.1-2 Formulación Final (B) de la Bebida.....	51
2.3.2-1 Resultados de los Análisis Realizados a la Producto Final.....	51
2.3.2-2 Resultados del Análisis a la Machica.....	52
2.3.2-3 Resultados del Análisis de la Leche Pasteurizada.....	52
2.4.1.1-1 Resultados de la Pregunta 1.....	52
2.4.1.1-2 Resultados de la Pregunta 2.....	53

2.4.1.1-3 Resultados de la Pregunta 3.....	54
2.4.1.1-4 Resultados de la Pregunta 4.....	54
2.4.1.1-5 Resultados de la Pregunta 5.....	55
2.4.1.1-6 Resultados de la Pregunta 6.....	55
2.4.1.1-7 Resultados de la Pregunta 7.....	56
2.4.1.1-8 Resultados de la Pregunta 8.....	56
2.4.1.1-9 Resultados de la Pregunta 9.....	57
2.4.1.1-10 Resultados de la Pregunta 10 Opción 1 (250 ml).....	57
2.4.1.1-10 Resultados de la Pregunta 10 Opción 2 (250 ml).....	58
2.4.2.1-1 Resultados de la Pregunta 1.....	58
2.4.2.2-1 Resultados de la Pregunta 2 Opción 1(vaso Rosado).....	59
2.4.2.2-2 Resultados de la Pregunta 2 Opción 2(vaso Anaranjado).....	59
3-1 Línea de Investigación.....	61
3.1.1.4-1 Determinación de la Viscosidad de la Leche Utilizando el H L1.....	62
3.1.3.13-1 Determinación de la Viscosidad de la Bebida Utilizando el H L1....	74
3.1.3.13-2 Determinación de la Viscosidad de la Bebida Utilizando el H L2....	74
3.1.4.5.1-1 Materias Primas Utilizadas para Elaborar la Bebida.....	92
3.1.4.5.1-2 Porcentajes de las Materias Primas Mayoritarias.....	92
3.2-1 Formulación final (B) de la Bebida a Base de Machica y Leche.....	96
3.2-2 Resultados del Análisis Fisicoquímico de la Machica, Leche y Bebida...	97
3.2-3 Resultados del Análisis Microbiológicos de la Bebida.....	97
3.2-4 Análisis de la Vida Útil en la Bebida en los tres Ambientes.....	98
3.2-5 Dimensiones de los Silos de Almacenamiento de las Principales Materias Primas.....	99
3.2-6 Dimensiones de la Marmita con Agitación.....	100
3.2-7 Balances de Materia y Energía.....	100
3.3-1 Resultados del Análisis Bromatológico de la Machica.....	101
3.3-2 Resultados del Análisis de la Leche Pasteurizada.....	101
3.3-3 Resultados de las Pruebas fisicoquímica y microbiológicas del producto final.....	102
3.3-4 Resultados del Análisis de la Vida Útil de la Bebida Nutritiva.....	104

3.3-5 Resultados de los Diseños de los Tanques de Almacenamiento de las Principales Materias Primas .....	108
3.3-6 Dimensiones de la Marmita con Agitación.....	110
3.3-7 Resultados del Balance de Materia y Energía.....	111

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Grafica</b>	<b>Pp:</b>
2.4.1.1-1 Consumo de la Colada de Machica.....	53
2.4.1.1-2 Frecuencia de Consumo.....	53
2.4.1.1-3 Acompañamiento para la Colada de Machica.....	54
2.4.1.1-4 Razones que Respaldan el Consumo.....	54
2.4.1.1-5 Integrantes de una Familia.....	55
2.4.1.1-6 Contextura de la Colada de Machica.....	55
2.4.1.1-7 Compra de la Colada de Machica.....	56
2.4.1.1-8 Aspectos que Conllevan a la Compra.....	56
2.4.1.1-9 Aspectos que inciden en la decisión de la Compra.....	57
2.4.1.1-10 Precios de la Opción 1 (250 ml).....	58
2.4.1.1-10 Precios de la Opción 2 (250 ml).....	58
2.4.2.1-1 Aceptabilidad entre las dos Bebidas.....	59
2.4.2.2-1 Resultados de las Características de la bebida del Vaso Rosado....	59
2.4.2.2-2 Resultados de las Características de la bebida del Vaso Anaraj.....	60



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Pp:
I PROCESO DE TOSTACIÓN DE LA CEBADA.....	200
II ELABORACIÓN DE LA MACHICA Y TOMA DE LA MUESTRA.....	201
III ELABORACIÓN DE LAS DOS FORMULACIONES DE LA COLADA DE MACHICA.....	202
IV FORMATO DE LA ENCUESTA.....	203
V PRUEBA DE EMULSIFICACIÓN DEL PRODUCTO.....	207
VI VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO FINAL.....	208
VII DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD.....	209
VIII PROCESOS DE ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA LECHE, MACHICA Y LA BEBIDA NUTRITIVA.....	210
IX INFORME NUTRICIONAL Y ETIQUETADO DEL PRODUCTO FINAL.....	212
X GRAFICA DE CORRELACIONES DE POTENCIA.....	213
XI RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIO.....	214

## RESUMEN

En el Diseño del Proceso de Elaboración de una Bebida Nutritiva a base de Machica y Leche para la Molinera San Luis se realizó el análisis fisicoquímico de las materias primas como del producto final, se ejecuto una prueba de aceptabilidad de la bebida con mas preferencia, para este análisis se realizó dos bebidas diferentes con las siguientes formulaciones: la bebida A 90,69%, 3,52% y 5,73% y B 91,48%, 3,11% y 5,33% de leche pasteurizada, machica y azúcar respectivamente.

Mediante un Test descriptivo y de preferencia realizado a 48 estudiantes de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH se determinó que prefieren la bebida B tanto por su sabor, olor, color y aspecto, obteniendo un 72% de aceptabilidad entre los encuestados.

Seguido de esto se procedió a realizar el análisis bromatológico de la machica y se determino que posee: 5,82% humedad, 2,36% cenizas, 8,28% proteína, 5,27% fibra, 2,40% grasa y el extracto libre no nitrogenado del 75,87%; los mismos que presentan una ligera desviación.

La leche pasteurizada utilizada en la elaboración de la bebida nutritiva se encuentra dentro de los requisitos estipulados en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 10:2012, finalmente se ejecuto el análisis de la bebida de mayor aceptabilidad obteniendo los siguientes resultados: viscosidad 45,35 cp, pH 6,63, grados Brix 17,5, densidad relativa 1,0684 g/ml, capacidad calorífica 3,60 KJ/Kg°K, energía 397,66 KJ, humedad 78,74%, ceniza 0,81%, proteína 3,50%, grasa 2,90%, fibra 0,47%, extracto libre no nitrogenado 13,58% y carbohidratos totales 14,05%, resultados que están dentro de los límites fijados en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 2564:2011.

Concluimos que este proyecto de tesis tiene dos finalidades, la primera incentivar la producción de cebada en la provincia y en el país y la segunda es recatar nuestras comidas ancestrales. Recomendamos desde el inicio de las operaciones manejar un estándar de calidad en el proceso productivo, que permita responder a los requerimientos del cliente.

## **ABSTRACT**

A physical-chemical analysis of raw material and final product was carried out in the elaboration process design of a nutritive drink based on machica milk for the Molinera San Luis. An acceptance test of the drink was also done, that is why, two different drinks were made with the following recipes: drink A 90,69%, 3,52% , 5,73% and B 91,48% , 3,11%, 5,33% of pasteurized milk , machica and sugar respectively.

The drink B was chosen as favorite because of its flavor, smell, color and appearance with a descriptive and preference test by a 48 students sample from Biochemistry and Pharmacy School of the Science Faculty from ESPOCH. This drink got 72% of acceptance.

The machica bromatological analysis determined that it contained 5,82% humidity, 2,36% ashes, 8,28% fiber, 2,40% fat and the non-nitrogenous extract 75,87% which had a slight deviation.

The milk used in this nutritive drink is according to the requirements established by NORMA TECNICA ECUATORIANA INEN 10:2012. The analysis of the drink with more acceptance was done and the results were the following: viscosity 45,35% cp, pH 6,63%, Brix grades 17,5, relative density 1,0684g/ml, calorie capacity 3,60 KJ/Kg°C, energy 397,66 KJ, humidity 78,74%, ash 0,81%, protein 3,50%, fat 2,90%, fiber 0,47%, non-nitrogenous extract 13,58% and total carbohydrates 14,05%. These results are according to INEN 2565:2011 limits.

It is concluded that this investigation has two objectives, the first one is to increase barley production in the Province of Chimborazo, and the second is to rescue native dishes. It is recommended handling a quality standard in the producing process from the beginning to meet the customer requirements.

## INTRODUCCIÓN

Casi 371.000 niños menores de cinco años en el Ecuador están con desnutrición crónica; y de ese total, unos 90 mil la tienen grave. Los niños indígenas, siendo únicamente el 10% de la población, constituyen el 20% de los niños con desnutrición crónica y el 28% de los niños con desnutrición crónica grave. Los niños mestizos representan, respectivamente, el 72% y el 5% del total. El 60% de los niños con desnutrición crónica y el 71 % de los niños con desnutrición crónica grave, habitan en las áreas rurales (aunque la población rural es tan solo el 45 % del total poblacional del Ecuador). (14)

También se da una concentración muy elevada en las áreas de la Sierra, que tiene el 60 % de los niños con desnutrición crónica y el 63 % con desnutrición crónica extrema. El 71 % de los niños con desnutrición crónica provienen de hogares clasificados como pobres, lo cual se aplica también al 81% de los niños con desnutrición crónica extrema. (14)

Según estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Chimborazo, que tiene más de 427 mil habitantes, ocupa casi por diez años el penoso primer lugar en desnutrición infantil en el país. El 52% de los niños menores de seis años que viven en la zona (alrededor de 89 281) padecen este problema. Las razones obedecen a la escalada de pobreza, el abandono del trabajo en el campo, la migración y, por supuesto, el incremento de los precios de los productos básicos. Tal situación trae como consecuencia que las familias, especialmente de los poblados indígenas como Colta y Guamate, reduzcan sus raciones alimenticias diarias y que estas carezcan totalmente de proteínas. (14)

Estos problemas de malnutrición que existen en el país y principalmente en la provincia de Chimborazo a nivel infantil, impulsa la creación de una alternativa alimenticia, y es una bebida nutritiva a base de machica y leche, que es un alimento energético, rico en carbohidratos, principalmente almidón. Los

hidratos de carbono son importantes porque, aportan con más del 40% de calorías a la dieta de los seres humanos y permiten una eficaz utilización de las proteínas, además la cebada aporta aproximadamente unas 20 enzimas. Por tal razón esta bebida está destinada principalmente a niños de escasos recursos económicos, quienes hoy en día tienen una mala alimentación y que con esta bebida se quiere suplir el déficit alimenticio que tienen los infantes.(8)

Por lo expuesto la presente investigación se planteó como objetivo elaborar una bebida nutritiva a base de machica y leche con dos formulaciones, que fueron evaluadas mediante un test descriptivo y de preferencia con los estudiantes de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH para establecer cual es de mayor aceptabilidad. La formulación de mayor aceptabilidad fue la de 91,3 % de leche pasteurizada, 3,1% de machica tamizada (105 $\mu$ ), azúcar de mesa blanca 5,3 % y especias en relación a 1 litro de bebida de acuerdo a la NTE INEN 2474 de aditivos alimentarios.

A la formulación de mayor aceptabilidad se le realizó el análisis bromatológico con los siguientes resultados: viscosidad 45,35cp, pH 6,63, grados Brix 17,5 densidad relativa 1,0684 g/ml, capacidad calorífica 3,60 KJ/Kg<sup>o</sup>K, energía 397,66 KJ, humedad 78,74%, ceniza 0,81%, proteínas 3,50%, grasa 2,90%, fibra 0,47%, el extracto libre no nitrogenado 13,58% y carbohidratos totales 14,05%, el resultado del análisis microbiológico está dentro de las normas. También se diseñaron los diagramas de flujo e ingenieril para la bebida, y se calcula la producción diaria que tendrá la microempresa, con sus respectivos balances de materia y energía.

## ANTECEDENTES

La cebada, conocida también por su nombre científico como *Hordeum vulgare*, pertenece a la familia de las poáceas, y en la actualidad ocupa el quinto lugar entre los cereales de mayor producción a nivel mundial. Entre los usos que más destacan de este cultivo están: alimento para animales, componente base de la malta, componente de alimentos saludables para el ser humano, así como también para elaborar la cerveza y otras bebidas destiladas. El cultivo de cebada a nivel mundial alcanza una producción promedio de 142'840.251 TM por año. El continente europeo, con el 63,24% del total, es la región con mayor producción de cebada; por su parte, Asia y América tienen una participación del 28,07%, y Oceanía y África conforman el restante 8,69%. En promedio para el período 2000-2009, la producción de cebada en la Comunidad Andina de Naciones (CAN) es de 293.4411 TM por año. (9)

En el Ecuador en cuanto a la producción, la cebada presentó un total nacional de 21.423 TM, con lo que el rendimiento alcanzó 0,61 TM/Ha. De acuerdo a los datos del III Censo Nacional Agropecuario (CNA) realizado en 2000, el cultivo solo de cebada reúne 67.155 Unidad de Producción Agropecuaria UPA's, mientras que el asociado conjuga tan solo 2.278 UPA's. Los pequeños productores son mayoría tanto en el primero como en el segundo sistema de siembra, y es que representan el 78% y el 89%, respectivamente. Cerca de Guayaquil se ubican los principales centros de acopio, pilado y secado de este grano. En la industria nacional, la cebada es utilizada como insumo de máchica, pinol, harina y arroz; además se utiliza en la industria cervecera y en la de elaboración de alimento pecuario. La distribución y densidad del cultivo de cebada en el Ecuador se concentra en la región Sierra, y la provincia de Chimborazo es la mayor productora, ya que aporta con el 25% de la producción nacional. El Oro es la única provincia fuera de esta región que produce cebada, y aporta con apenas el 0,14% del total nacional. (9)

Como se puede apreciar el país produce una cantidad significativa de este cereal sin embargo la diversificación industrial de la cebada es restringida por lo que la molinera “San Luis”; microempresa que se encuentra ubicada en la provincia de Chimborazo, la cual ofrece una gran variedad de harinas, ha visto la necesidad de elaborar una bebida nutritiva a base de machica y leche.

Sobre este cereal existen tanto a nivel internacional como nacional numerosas investigaciones referidas al aspecto agrícola, y a su uso en la elaboración de la cerveza; sin embargo sobre desarrollo de alimentos a base de machica no existe información ni trabajos realizados a nivel internacional; en nuestro país existen algunos proyectos relacionados a la elaboración de productos alimenticios a base de machica como: “Elaboración y evaluación nutricional de galletas con cebada y frutilla deshidratada “desarrollada en la ESPOCH por M. Barrionuevo (2010) en el mismo que se elaboraron tres formulaciones en las proporciones 80:20; 75:25 y 70:30 de harina de trigo y cebada respectivamente, encontrándose que la formulación 70:30 fue la de mejor aceptabilidad y de mejor valor nutritivo. (5)

“Plan de negocios para la creación de una empresa de producción de colada de machica en la provincia de Chimborazo, canto Colta”, realizada en la Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias Administrativas elaborada por P. Criollo y L. Cujilema (2008), en el que concluyen que la colada de machica: tiene una aceptación del 81,38 % en la ciudad de Quito y en el mercado de bebidas nutritivas elaboradas a base de este cereal, no tiene competencia directa. (13)

La importancia de la cebada en nuestro país queda confirmada en el documento “Sistema Agroalimentario de la Cebada” realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) (2010); en el que se hace un análisis del sistema agroalimentario de la cebada a nivel internacional y nacional describiendo la producción, superficie, rendimiento, importación y exportación, consumo y precios.(9)

## JUSTIFICACIÓN

Según el INEC, Ecuador se destaca por el consumo de cebada en elaborados alimenticios para consumo humano. Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la cebada ecuatoriana sirve como insumo para la obtención de máchica, pinol, harina y arroz; asimismo se utiliza como adjunto para cervecería y en verde para forraje de alimento pecuario. El consumo nacional de cebada alcanza un promedio anual de 6.121 TM, lo cual se traduce en una demanda per cápita de 0,46 kg en el 2009. El comportamiento del PIB de cebada en el período 2002-2009, y su participación tanto en el PIB agrícola y el PIB nacional se describe a continuación; la tasa de crecimiento del PIB de cebada es de 9,56% en el período mencionado, y en el último año llega a ubicarse en el 0,21% y en el 0,031% del PIB agrícola y del PIB nacional, respectivamente. El consumo per cápita de cebada en nuestro país es muy bajo en relación a otros países, así Marruecos mantuvo el liderazgo con un promedio de 40,19 kg al año en el período 2000-2007, el segundo lugar lo tiene Letonia con un promedio de 21,13 kg per cápita al año, Ecuador por su parte, apenas alcanza un consumo per cápita promedio de 0,99 kg, durante el período antes mencionado. (9)

Además la Constitución Política del Ecuador (2008) en el capítulo segundo DERECHOS DEL BUEN VIVIR sección primera: agua y alimentos, establece en su Art.13 “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria”; en la sección segunda AMBIENTE SANO en el Art. 14 manifiesta que “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio



genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.(24)

Respecto a la SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA se promulgó la Ley Orgánica de la Soberanía Alimentaria vigente desde el 5 de mayo de 2009, la misma que sobre el consumo y nutrición, indica en el Art. 27 “Incentivo al consumo de alimentos nutritivos , con el fin de disminuir y erradicar la desnutrición y malnutrición , el Estado incentivara el consumo de alimentos nutritivos preferentemente de origen agroecológico y orgánico , mediante el apoyo a su comercialización , la realización de programas de promoción y educación nutricional para el consumo sano, la identificación y el etiquetado de los contenidos nutricionales de los alimentos y la coordinación de la política pública”.(25)

La misma ley en el Art. 30 expresa que “La promoción del consumo nacional, el Estado incentivara y establecerá convenios de adquisición de productos alimenticios con los microempresarios, microempresa o micro, pequeña y mediana productores agroalimentarios para atender las necesidades de los programas de protección alimentaria y nutricional dirigidos a población de atención prioritaria. Además implementara campañas de información y educación a favor del consumo de dietas tradicionales de las localidades”. (25)

Por lo expuesto urge retomar los alimentos ancestrales, base de nuestra cultura culinaria como alternativa válida para afrontar el problema de la desnutrición en nuestro país, considerando que casi 371000 niños menores de cinco años esta con desnutrición crónica; y de ese total, unos 90 000 la tiene grave. Los niños indígenas siendo únicamente el 10% de la población, constituyen el 20 % de los niños con desnutrición crónica y el 28% con desnutrición crónica grave. Por otro lado en la provincia de Chimborazo existe 43.89% de desnutrición, especialmente en la zona de Guamote y Colta que se constituye la décimo cuarta causa de mortalidad infantil, según el último censo

(2011) el INEC informa que Chimborazo ocupa por casi diez años el penoso primer lugar en desnutrición infantil en el país. (14)

Esta situación impulsa a retomar e incentivar el cultivo de la cebada, su industrialización, comercialización y consumo y así alcanzar la meta propuesta por el Gobierno de “desnutrición cero” en el Ecuador. En esta línea este proyecto está orientado a diseñar el proceso para la elaboración de la colada de machica para una empresa agroindustrial, dedicada al proceso de transformación de cebada a machica. De esta manera se ofertara una bebida nutritiva a base de machica y leche, altamente energética por su contenido de carbohidratos digeribles (almidón), más el aporte de vitaminas y minerales esenciales; con este producto se quiere incentivar la producción de cebada que en los últimos años ha decaído considerablemente en el país así como también crear fuentes de trabajo para los agricultores de la zona, mejorando así su calidad de vida, además se diversificara la producción de la molinera “San Luis”, con la creación de una nueva línea del producto: Colada de Machica.

Esta microempresa destinara su producto como una alternativa para el desayuno escolar, como refuerzo para la alimentación de lactantes o una opción para los deportistas y población en general.

Entonces este producto se presenta como una oportunidad para ampliar la industrialización de la cebada, mejorar la alimentación diaria de los infantes de la provincia, reducir la desnutrición y reemplazar a “bebidas chatarras” que se ofertan en bares, restaurantes, despensas y supermercados del país.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Diseñar un proceso de elaboración de una bebida nutritiva a base de machica y leche para la Molinera San Luis.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Realizar el análisis físico, químico y microbiológico de las materias primas (machica y leche) y del producto final.
- ❖ Establecer dos formulaciones A 90, 69%, 3,52% y 5,73% y B 91,48%, 3,11% y 5,33% de leche pasteurizada, machica y azúcar respectivamente, para elaborar la bebida.
- ❖ Definir las operaciones unitarias y las variables para la elaboración de la bebida nutritiva.
- ❖ Elaborar la bebida nutritiva con las dos formulaciones y establecer la de mayor aceptabilidad mediante pruebas de degustación.
- ❖ Elaborar los diagramas de flujo e ingenieril, así como los balances de materia y energía.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

## CAPITULO I

### 1 MARCO TEÓRICO

#### 1.1 CEBADA (*Hordeumvulgare*)



**Fig.1.1-1. Cebada *Hordeum vulgare***

La cebada, conocida también por su nombre científico como *Hordeum vulgare* Fig.1.1-1, pertenece a la familia de las poáceas, y en la actualidad ocupa el quinto lugar entre los cereales de mayor producción a nivel mundial. El cultivo de este cereal predomina en Europa con una producción promedio de 90'334.121 TM en la última década, lo cual representa el 63% de la producción mundial. Es importante mencionar que la superficie cosechada también alcanza la mayor área en este continente con el 50%, lo cual resulta en la mejor productividad a nivel mundial con un promedio de 4 TM/Ha para el período antes mencionado. Entre los usos que más destacan de este cultivo están: alimento para animales, componente base de la malta, componente de alimentos saludables, la cerveza y otras bebidas destiladas. (26)

##### 1.1.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae  
**Subfamilia:** Pooideae  
**Tribu:** Triticeae  
**Género:** *Hordeum*  
**Especie:** *H. vulgare*

### 1.1.2 VARIEDAD DE CEBADAS



**Fig.1.1.2-1. Variedades de Cebadas**

Existen varias clases de cebada que se diferencian por las características de la espiga Fig.1.1.2-1. En el *Hordeum distichon* L. Las espigas son largas y delgadas; en *Hordeum hexastichon* L, son más anchas y de menor longitud. "La espiga, presenta un raquis central que está compuesto por 10 a 30 nudos; su color, en tanto, puede variar desde verde rojizo a negruzco. La espiga está formada por espiguillas, las cuales están dispuestas de a tres en forma alterna a ambos lados del raquis. Si todas las espiguillas se presentan fértiles se originará una espiga de seis hileras (*Hordeum hexastichon* L.) si por otra parte, sólo resultan fértiles las espiguillas centrales, se originará una espiga de dos hileras (*Hordeum distichon* L.) *Hordeum distichon* L., que se emplea para la obtención de cerveza y *Hordeum hexastichon* L., que se utiliza básicamente como forraje para la alimentación animal, ambas especies pueden agruparse bajo el nombre único de *Hordeum vulgare* L. (12)

### 1.1.2.1 VARIEDAD DE CEBADAS EN EL ECUADOR

En el Ecuador existen 12 variedades las que se detallan en la Tabla.1.1.2.1-1.

**Tabla.1.1.2.1-1.**

**Variedades de Cebadas que existen en el Ecuador**

<b>No.</b>	<b>NOMBRE DE VARIEDAD</b>
<b>1</b>	INIAP-DORADA 71
<b>2</b>	INIAP-DUCHICELA 78
<b>3</b>	INIAP-TERAN 78
<b>4</b>	INIAP-SHYRI 89
<b>5</b>	INIAP-CALICUCHIMA 92
<b>6</b>	INIAP-ATAHUALPA 92
<b>7</b>	INIAP-SHYRI 2000
<b>8</b>	INIAP-QUILOTOA 2003
<b>9</b>	INIAP-CAÑARI 2003
<b>10</b>	INIAP-CAÑICAPA 2003
<b>11</b>	INIAP-PACHA 2003
<b>12</b>	INIAP-GUARANGA 2010

**FUENTE:** INIAC

### 1.1.3 ORIGEN

Su cultivo se conoce desde tiempos remotos y se supone que procede de dos centros de origen situados en el Sudeste de Asia y África septentrional. Se cree que fue una de las primeras plantas domesticadas al comienzo de la agricultura .En excavaciones arqueológicas realizadas en el valle del Nilo se descubrieron restos de cebada , en torno a los 15 000 años de antigüedad , además los descubrimientos también indican el uso muy temprano del grano de cebada molido. Desde el antiguo Egipto se cultivaba y fue importante para su desarrollo en el libro Éxodo se cita en relación a las plagas de Egipto. (6)

#### **1.1.4 MORFOLOGÍA**

A continuación se explica de una manera detallada cada uno de los componentes de la cebada.

##### **❖ HOJAS**

La cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estados de su desarrollo la planta de trigo suelen ser más erguida.

##### **❖ RAÍCES**

El sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad en comparación con el de otros cereales. Se estima que un 60 % del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1,20 m de profundidad.

##### **❖ TALLO**

El tallo es erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos. La altura de los tallos depende de las variables y oscila desde a, 50 cm a un metro.

##### **❖ FLORES**

Las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas. Las flores se abren después de haberse realizado la fecundación, lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada.



## ❖ FRUTOS

El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de las cebada desnuda. (6)

### 1.1.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

## ❖ CLIMA

Las exigencias en cuanto al clima son muy pocas, por lo que su cultivo se encuentra muy extendido, aunque crece mejor en los climas frescos y moderadamente secos. La cebada requiere menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica, por ello alcanza altas latitudes .En Europa llega a los 70° de latitud Norte y en América los 64°.

## ❖ TEMPERATURA

Para germinar necesita una temperatura mínima de 6°C, florece a los 16°C y madura a los 20°C, tolera muy bien las bajas temperaturas ya que puede llegar a soportar hasta – 10°C.

## ❖ SUELO

La cebada prefiere tierras fértiles, pero puede tener buenas producciones en suelos poco profundos y pedregosos, con tal de que no falte el agua al comienzo de su desarrollo. No le van bien los terrenos demasiado arcillosos y tolera bien el exceso de salinidad en el suelo. Los suelos arcillosos, húmedos y encharcadizos, son desfavorables para la cebada, aunque en ellos se pueden obtener altos rendimientos si se realiza un buen laboreo y se conserva la humedad del suelo. Los suelos con excesivo nitrógeno inducen el encamado e incrementan el porcentaje de nitrógeno en el grano hasta niveles inapropiados, cuando se destina a la fabricación de malta para cerveza. (6)

### 1.1.6 LA SEMILLA DE LA CEBADA

La semilla de cebada es parte de un fruto denominado cariópside en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y la cubierta seminal (testa), están estrechamente unidas, siendo inseparables, el fruto, por lo tanto, es de carácter indehisciente Fig.1.1.6-1. (6)

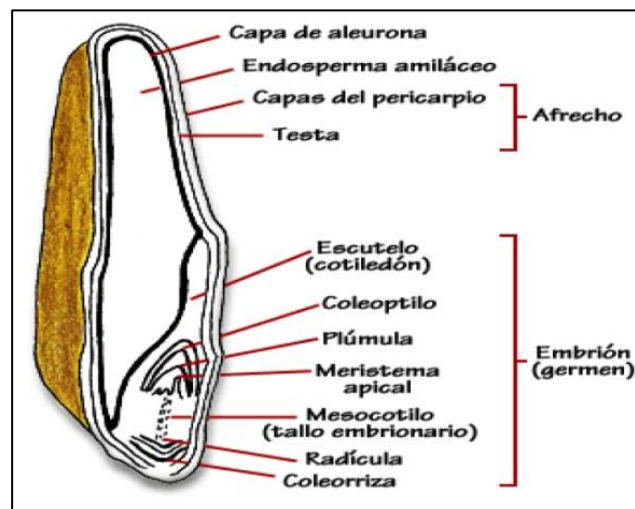


Fig.1.1.6-1. Estructura de la Semilla de Cebada

### 1.1.7 DENSIDAD DE LA CEBADA

En la Tabla.1.1.7-1 se muestra la densidad de algunos tipos de cebada, la densidad relativa es de suma importancia durante el proceso de diseño de una planta industrial.

**Tabla.1.1.7-1.**  
**Densidad relativa de Algunas Variedades de Cebada**

ALIMENTO	DENSIDAD( Kg/m <sup>3</sup> )
Cebada entera	609
Cebada molida	384
Cebada rolada	336

FUENTE: [www.usuarios.multimedia.es/larces/id64.htm](http://www.usuarios.multimedia.es/larces/id64.htm)

### 1.1.8 INFORME NUTRICIONAL

La cebada es un alimento energético, rico en carbohidratos, principalmente almidón. Los hidratos de carbono son importantes porque, aportan con más del 40% de calorías a la dieta de los seres humanos y permiten una eficaz utilización de las proteínas.

Es bastante corriente, la creencia de que la mayor fuente de proteínas procede del reino animal, es decir, carnes, pescados, lácteos y huevos entre otros. Pero tal creencia es falsa, de hecho gran número de plantas tienen un rico contenido proteico; destacan las hojas de cebada verde con aproximadamente un 45%. Contiene también grandes cantidades de aminoácidos esenciales (son aquellos que el hombre no es capaz de sintetizar por lo que los debemos introducir a través de la alimentación). Debemos resaltar su contenido en triptófano, precursor de la biosíntesis de diversas sustancias, entre ellas, la serotonina, sustancia vasoconstrictora y neurotransmisora.

Contiene ácidos grasos esenciales, tales como el linoleico, linolénico, zoomárico, cáprico, oleico, erúcico, laúrico, esteárico, palmítico, mirístico, araquírico, etc. Es rica en vitamina C, biotina, tiamina (vit. B1), colina, riboflavina (vit. B2), ácido fólico, piridoxina (vit. B6), el grupo B, son indispensables para mantener saludable el sistema nervioso, carotenos (provitamina A), ácido nicotínico, ácido pantoténico. (25)

Es rica en minerales, entre los que destacan: cobre, fósforo, zinc, calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso y potasio. Es una fuente muy importante de clorofila. (25)

La cebada contiene aproximadamente unas 20 enzimas. La Tabla.1.1.8-1 detalla la composición nutricional de las diversas formas de cebada que existe.

**Tabla.1.1.8-1.**  
**Composición Nutricional de la Cebada**

<b>Componentes</b>	<b>Cebada con Cáscara</b>	<b>Cebada machica</b>	<b>Pelada o mote</b>	<b>Harina de cebada</b>	<b>Tostada y molida</b>
<b>Energía kcal</b>	344	344	330	370	351
<b>Agua g</b>	12,1	10,0	15,4	9,4	9,9
<b>Proteína g</b>	6,9	8,6	8,2	18,8	7,7
<b>Grasa g</b>	1,8	0,7	1,1	2,3	0,8
<b>Carbohidrato g</b>	76,6	77,4	73,1	67,4	79,7
<b>Fibra g</b>	7,3	6,6	1,3	-	5,3
<b>Ceniza g</b>	2,6	3,3	2,0	2,2	1,9
<b>Calcio mg</b>	61	74	47	84	55
<b>Fósforo mg</b>	394	320	202	294	253
<b>Hierro mg</b>	5,1	12,3	3,6	6,1	7,1
<b>Retinol mcg</b>	2	0	0	-	0
<b>Tiamina mg</b>	0,33	0,12	0,07	0,35	0,12
<b>Riboflavina mg</b>	0,21	0,25	0,11	0,17	0,18
<b>Niacina mg</b>	7,40	8,70	8,75	-	9,60
<b>Ac. Ascórbico</b>	-	1,9	0,0	1,6	0,0

FUENTE: <http://infocebada.galeon.com/nutricional.html>

### **1.1.9 BENEFICIOS**

- ❖ Es uno de los cereales altamente digeribles y con un elevado poder nutricional, por lo cual es ideal su consumo al presentarse altamente gástricas e intestinales. Colabora en la digestión de los alimentos, favoreciendo su asimilación y correcto metabolismo por parte de las células.
- ❖ El contenido de sodio y potasio mantienen el equilibrio del líquido corporal evitando la retención excesiva de agua y las deshidrataciones.

- ❖ Previene contra la cirrosis y esteatosis hepáticas, por su contenido en colina (sustancia que se opone a los depósitos de grasa en el hígado) y en ácidos grasos esenciales.
- ❖ Tiene una acción desintoxicante, cura los malestares y las inflamaciones del aparato digestivo y de las vías urinarias, ya que las enzimas que contiene colaboran en la digestión de los alimentos favoreciendo su asimilación en el organismo.
- ❖ Previene las alteraciones hormonales en la mujer ya que contiene compuestos, por ejemplo las isoflavonas que confieren capacidad iatrogénica, además durante el embarazo es sabida la garantía de salud para el feto y es gran apoyo durante la lactancia por su contenido en vitaminas y minerales.
- ❖ En niños por su riqueza en vitaminas (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, A, C, ácido fólico y pantoténico, colina y biotina) y minerales (calcio, magnesio, zinc, sodio, potasio), la cebada es muy útil en periodos de crecimiento, en la falta de apetito, desarrollo muscular y mental y en caso de infecciones repetitivas.(15)

#### **1.1.10 CONSUMO MUNDIAL**

El cultivo de cebada tiene tres principales finalidades: elaboración de pienso para consumo animal (en especial para cerdos), productos alimenticios de consumo humano, y componente de la cerveza. De acuerdo al Consejo de Granos de Estados Unidos, la cebada tiene un contenido proteico mayor que el maíz, y es por esta razón que ha ganado competencia en el mercado de alimento para ganado y otras especies pecuarias. Es importante tomar en cuenta que el uso de cebada como alimento humano, es propio de algunos países de Asia en el Medio Oriente, y en América del Sur se destacan Perú, Colombia y Ecuador.

En cuanto al consumo de cebada per cápita, Marruecos mantiene el liderazgo con un promedio de 40,19 kg al año en promedio para el período 2000-2007. El segundo lugar lo tiene Letonia con un promedio de 21,13 kg per cápita al año, mientras que la República de Moldova se encuentra en tercera posición con 20,69 kg en promedio. Ecuador, por su parte, apenas alcanza un consumo per cápita promedio de 0,99 kg, durante el período antes mencionado. (26)

### **1.1.11 CEBADA EN EL ECUADOR**

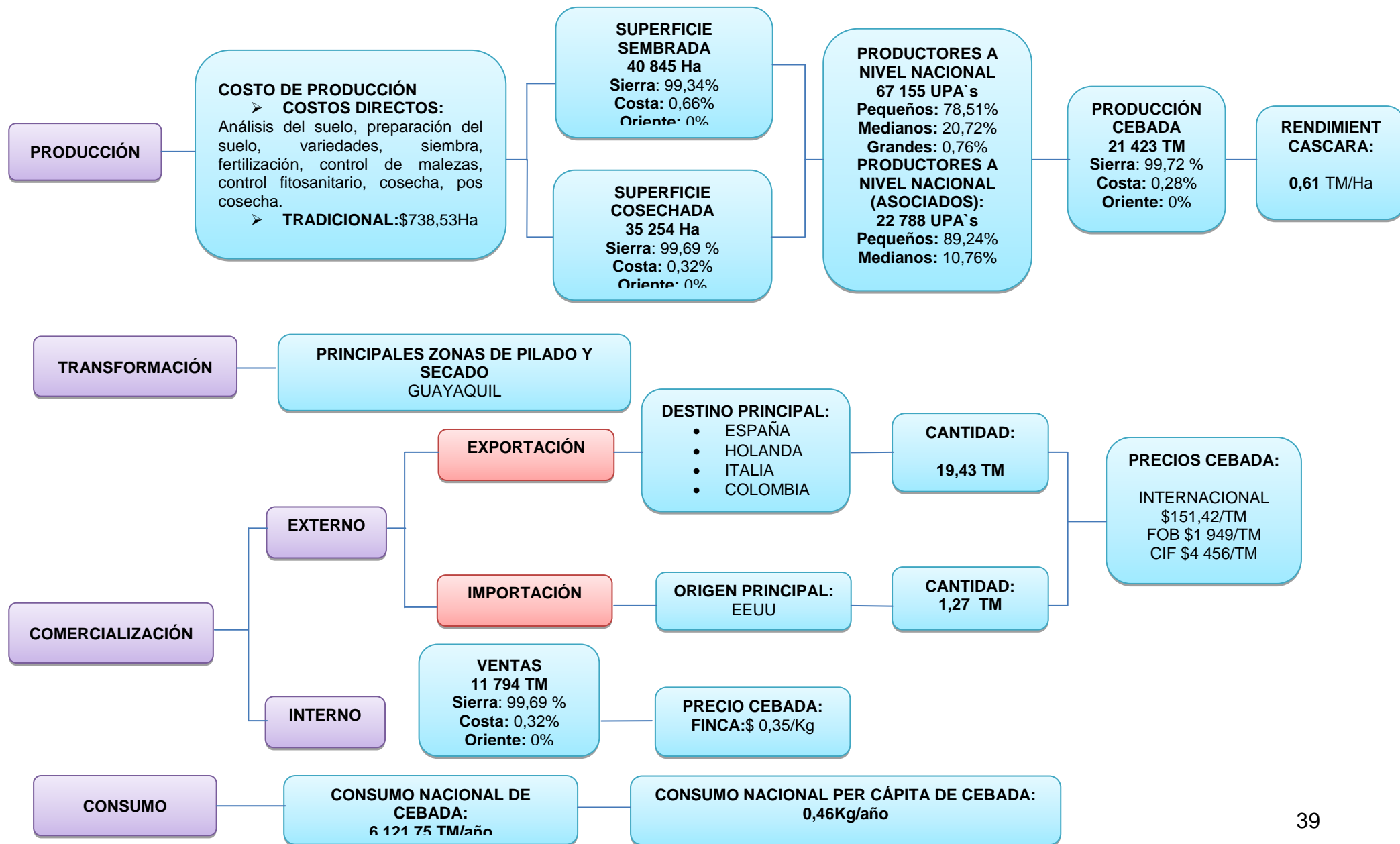
#### **1.1.11.1 CONDICIONES PARA EL CULTIVO**

De acuerdo al INIAP, las condiciones agroecológicas para el cultivo de cebada en Ecuador son: zonas especializadas en cereales comprendidas entre 2.400 a 3.300 msnm, un clima que incluya una precipitación de 400 a 600 mm lo largo del ciclo de cultivo, un suelo franco arenoso, profundo, con buen drenaje y con un pH que oscile entre 6,5 a 7,5. (26)

#### **1.1.11.2 CONSUMO**

En el Ecuador, el consumo de cebada es significativo en el sector rural, según el Instituto nacional de capacitación campesina INCCA, los indígenas utilizan la cebada para realizar sopas y obtener la máchica, y elaborar coladas; la provincia de Chimborazo es la primera en cultivar la cebada en la sierra ecuatoriana, la segunda es Tungurahua con 9.937 TM /año, Pichincha con 4.450 TM y Bolívar con 1.840 TM/año. En la Fig.1.1.11.2-1 se observa la cadena de la cebada en el Ecuador. (26)

**Fig.1.1.11-1. Mapeo de la Cadena de Cebada en el Ecuador**



#### **1.1.11.3 COSTO DE PRODUCCIÓN**

En Ecuador, el costo de producción tradicional del cultivo de la cebada alcanza los 738 dólares por Ha. Según la ESPAC, en 2009, se registró un total de 40.845 Ha sembradas y 35.254 Ha cosechadas a nivel nacional. La Región Sierra es la región que se destaca en el cultivo de este cereal, ya que concentra el 99% de este total. En cuanto a la producción, la cebada presentó un total nacional de 21.423 TM, con lo que el rendimiento alcanzó 0,61 TM/Ha. De acuerdo a los datos del III CNA realizado en 2000, el cultivo solo de cebada reúne 67.155 UPA's, mientras que el asociado conjuga tan solo 2.278 UPA's. Los pequeños productores son mayoría tanto en el primero como en el segundo sistema de siembra, y es que representan el 78% y el 89%, respectivamente. Cerca de Guayaquil se ubican los principales centros de acopio, pilado y secado de este grano. En la industria nacional, la cebada es utilizada como insumo de máchica, pinol, harina y arroz; además se utiliza en la industria cervecera y en la de elaboración de alimento pecuario. (26)

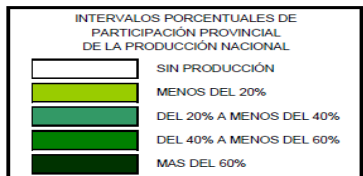
#### **1.1.11.4 EXPORTACIONES E IMPORTACIONES**

La comercialización de la cebada, a nivel interno se registró un total de 6.121,75 TM en ventas para el 2009. En el mismo año, el precio promedio a nivel finca fue de 0,35 dólares por kg. En el panorama externo, Ecuador exportó un total de 19,43 TM en 2009, cuyo destino fue repartido entre Colombia, España, Holanda e Italia; para el mismo año, las importaciones fueron de 1.27 TM, provenientes en su totalidad desde Estados Unidos. Resulta importante mencionar que el precio referencial de la cebada en las bolsas de valores internacionales es de 151 dólares por TM. Por último, el consumo nacional de cebada alcanza un promedio anual de 6.121 TM, lo cual se traduce en una demanda per cápita de 0,46 kg en el 2009. (26)

#### **1.1.11.5 ZONIFICACIÓN DE LA CEBADA EN EL ECUADOR**



0,14% del total nacional, como lo muestra la Fig.1.1.11.5-1. (26)



**Fig.1.1.11.5-1. Zonificación del Cultivo de Cebada en el Ecuador**

## 1.2 LA MACHICA



**Fig.1.2-1. Machica**

### 1.2.1 ORIGEN

La machica (Toasted Whole Barley Flour) es un producto tradicional de la región andina ecuatoriana, elaborada a base de cebada 100% seleccionada Fig.1.2-1. Cuentan las leyendas que este ha sido el alimento que consumían las culturas ancestrales de nuestro país, porque esconde una de las más poderosas fuentes de nutrición. La machica es un producto que puede servirse en coladas, batidos tibios (ideal como complemento alimenticio para deportista). (6)

El tránsito de la palabra cebada a *mashka* es una apropiación lingüística, que luego del descubrimiento de América reveló la conquista de la lengua quichua y puso en evidencia la necesidad de sobrevivir. Antiguamente la mashka era llamada la comida de los pobres, apelativo dado por la sencillez de su producción, pues la harina de cebada molida fue un alimento fundamental en nuestra región andina, que más tarde fue desacreditada y olvidada por la irrupción de las grandes compañías de cereales.

Actualmente, el contraste entre el cereal de cartón y la máchica, el mal llamado “alimento del pobre”, ha llevado a la cebada casi al exilio de las mesas familiares, minimizando su valor nutritivo y su historia como alimento que permitió la sobrevivencia de varias poblaciones andinas en la antigüedad. (40)

### 1.2.2 INFORMACIÓN NUTRICIONAL

En la Tabla.1.2.2-1 se ilustra el contenido nutricional de la machica en una porción de 30 gramos, siendo evidente que la mayor parte de la cebada está compuesta de hidratos de carbono y también contiene una serie de vitaminas y minerales.(13)

**Tabla.1.2.2-1.**  
**Información Nutricional de la Machica**

<b>Grasa total</b>	<b>1g - 2%</b>	<b>VITAMINAS Y MINERALES</b>	
<b>Grasa saturada</b>	0g - 0%	<b>Vitamina A,C,D,E</b>	< 2 %
<b>Colesterol</b>	0g - 0%	<b>Tiamina</b>	4 %
<b>Sodio</b>	0g - 0%	<b>Calcio</b>	2%
<b>Carb. Total</b>	23g - 8%	<b>Riboflavina</b>	1%
<b>Fibra dietética</b>	2g - 8%	<b>Hierro</b>	17,3%
<b>Proteína</b>	4g - 2%	<b>Niacina</b>	13%

FUENTE: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1733/1/cd-2341.pdf>

### 1.2.3 BENEFICIOS NUTRICIONALES

- ❖ Colabora con el mantenimiento de un buen peso corporal.
- ❖ Efecto protector de las células de órganos internos y de la piel, lo que previene el envejecimiento celular, básicamente por su contenido en enzimas, vitaminas, minerales y proteínas.
- ❖ Permite mantener un correcto equilibrio del agua corporal, previniendo la deshidratación y la retención de líquidos, debido a su contenido en minerales.
- ❖ Protege la salud del corazón, por su baja cantidad de grasa y su contenido en ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales y fibra.
- ❖ Favorece el funcionamiento intestinal.
- ❖ Permite controlar la glucemia (nivel de azúcar en sangre), esencial en las personas con diabetes y con sobrepeso. (39)

## **1.3 LA INDUSTRIA LACTEA**

### **1.3.1 INTRODUCCIÓN**

El sector lácteo, tiene una tradicional importancia en la producción Agropecuaria y Agroindustrial del país. Los productos son parte de la canasta básica familiar. La leche dada sus condiciones nutricionales, es el alimento ideal por excelencia, para el desarrollo humano y para combatir la desnutrición infantil. El producto principal de esta industria es la leche de consumo, también produce diferentes tipos de derivados como yogures, quesos frescos y maduros, mantequilla, manjares, bebidas etc.

La leche representa un elemento importante en la alimentación humana. Puede consumirse en forma natural o transformada en sus productos derivados. Al mismo tiempo, la leche representa un medio óptimo para el desarrollo de microorganismo. Si no son controlados a tiempo, los microorganismos provocan un rápido deterioro de la leche, lo que dificulta su elaboración. Para aprovechar la leche, es necesario someterla a determinados tratamientos de conservación. (13)

## **1.4 LECHE**



**Fig.1.4-1. Leche PASTEURIZADA**

La leche es el producto de secreción de la glándula mamaria de las hembras de los mamíferos, la leche es una mezcla compleja, tanto por naturaleza de sus constituyentes como por su estado físico Fig.1.4-1. (13)

### **1.4.1 DEFINICIONES**

La leche de origen animal (vaca) es un líquido de color blanco amarillento de gran importancia en la alimentación humana. Al hablar de leche, se entiende única y exclusivamente la leche natural de vaca, caso contrario debe especificarse la procedencia: leche de cabra, leche de oveja, etc. La leche cruda de vaca no se destina directamente al consumo humano, sino que es sometida a diferentes tratamientos térmicos a través de los cuales se obtiene las leches de consumo. (17)

El INEN define a la leche cruda “Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento, es decir su temperatura no ha superado la de la leche, inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40°C)”. (42)

El INEN define a la leche pasteurizada “Es la leche cruda homogenizada o no, que ha sido sometida a un proceso térmico que garantice la destrucción total de los microorganismos patógenos y la casi totalidad de los microorganismos banales (saprofitos) sin alterar sensiblemente las características fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas de la misma”. (42)

### **1.4.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA**

Los principales componentes de la leche son los siguientes:

- ❖ Agua.
- ❖ Sales minerales.
- ❖ Lactosa.
- ❖ Grasa.
- ❖ Vitaminas.

Aproximadamente 85% de la leche es agua. En esta agua se encuentran los otros componentes en diferentes formas de solución.

Las sales y la lactosa se encuentran disueltas en el agua formando una solución verdadera. En tanto que la mayoría de las sustancias proteínicas no es soluble y forma conjuntos de varias moléculas. Sin embargo, estos conjuntos son tan pequeños, que la mezcla tiene aparentemente las mismas características que una solución verdadera. Este tipo de solución se denomina solución coloidal.

La grasa es insoluble al agua y por esto se encuentra en la leche en forma de glóbulos grasos formando una emulsión; una emulsión es la mezcla de pequeñas gotas de un líquido en otro líquido sin que lleguen a disolverse. Una emulsión puede ser estable o inestable. La leche cruda es una emulsión inestable de grasa en agua. Después de cierto tiempo, la grasa se estratifica en forma de nata. Las sustancias de la leche se dividen en proteínas y enzimas, las cuales están compuestas por aminoácidos. La combinación de estos aminoácidos en la molécula determina las características de la sustancia.

Las proteínas contenidas en la leche son caseína, albumina y globulina. La caseína de la leche se encuentra combinada con calcio y fosfato en forma coloidal. La caseína es la materia prima para los quesos; si se acidifica la leche hasta un pH de 4,7, el calcio y el fósforo se separan de la caseína, pues esta última es insoluble y se deposita. Si se acidifica la leche aun mas, la caseína vuelve a disolverse. La albumina y la globulina son solubles, pero se vuelven insolubles por un calentamiento a mas de 65°C. Este cambio de estado físico por calentamiento se conoce como desnaturalización de la proteína.

Las enzimas son compuestos proteicos que aceleran los procesos biológicos y esta acción depende de la temperatura y del pH del medio. Si las temperaturas bajan, reducen su actividad. A temperaturas elevadas, entre 70 – 85°C, se inactiva la mayor parte de las enzimas. La cantidad de grasa en la leche es variable y depende de la raza y alimentación de la vaca. La grasa contribuye mucho al sabor y a las propiedades físicas de la leche y productos lácteos. La lactosa le proporciona el sabor dulce a la leche y está compuesta de glucosa y

de galactosa. Las bacterias lácticas pueden transformar la lactosa en ácido láctico.

Las sales minerales o cenizas de la leche son cloruros, fosfatos, sulfatos, carbonatos y citratos; los principales son calcio, sodio, potasio, magnesio y hierro. Los citratos intervienen en el aroma de la mantequilla. En tanto que el contenido de sales cálcicas es importante en la alimentación, porque favorecen el crecimiento de los huesos. Además, en la leche se encuentran también vitaminas A, B1, B2 y D. (19)

### **1.4.3 PROPIEDADES FÍSICAS**

Las propiedades de la leche dependen de su composición intrínseca y factores estructurales, así como de factores extrínsecos tales como la temperatura y los tratamientos posteriores al ordeño. Debido a que la composición de la leche está influenciada por múltiples factores como la raza, la especie, la alimentación, la etapa de lactancia, estado de salud del animal y el tiempo entre ordeño, entre otros, las propiedades fisicoquímicas deben medirse frecuentemente, con el fin de tener un mejor control sobre los procesos. (34)

#### **➤ ASPECTO**

La leche fresca es de color blanco aporcelanada, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tinte azulado.

#### **➤ OLOR**

Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes.

### ➤ SABOR

La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas.

### ➤ DENSIDAD

La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm<sup>3</sup> a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es 0.0002 g/cm<sup>3</sup> por cada grado de temperatura. De acuerdo a la NTE INEN 10:2012 la leche pasteurizada entera debe tener una densidad de 1,029 a 1,033g/cm<sup>3</sup> a 15 °C y de 1,028 a 1,032 g/cm<sup>3</sup> a 20 °C.

La densidad de la leche varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes como se muestra en la Tabla.1.4.3-1.

**Tabla.1.4.3-1.**  
**Densidades de los Componentes de una Leche Entera**

COMPONENTES	DENSIDADES
AGUA	1,000 g/cm <sup>3</sup>
GRASA	0,931 g/cm <sup>3</sup>
PROTEÍNAS	1,346 g/cm <sup>3</sup>
LACTOSA	1,666 g/cm <sup>3</sup>
MINERALES	5,500 g/cm <sup>3</sup>

FUENTE:<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis.htm>

La densidad mencionada (entre 1,028 y 1,034 g/cm<sup>3</sup>) es para una leche entera, pues la leche descremada está por encima de esos valores (alrededor de 1,036 g/cm<sup>3</sup>), mientras que una leche aguada tendrá valores menores de 1,028 g/cm<sup>3</sup>. (34)

### ➤ pH



El pH de la leche esta cercano a la neutralidad, variar entre 6,5 y 6,7. Valores distintos de pH se producen por deficiente estado sanitario de la glándula mamaria, por la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto; por el desarrollo de microorganismos que desdoblan o convierten la lactosa en ácido láctico; o por la acción de microorganismos alcalinizantes.

### ➤ **ACIDEZ**

Una leche fresca posee una acidez de 0.15 a 0.16%. De acuerdo a la NTE INEN 10:2012 la leche pasteurizada entera debe tener una acidez de 0,13 a 0,18 % expresado en ácido láctico. Esta acidez se debe en un 40% a la anfoterica, otro 40% al aporte de la acidez de las sustancias minerales, CO<sub>2</sub> disuelto y acidez orgánicos; el 20% restante se debe a las reacciones secundarias de los fosfatos presentes. Una acidez menor al 15% puede ser debido a la mastitis, al aguado de la leche o bien por la alteración provocada con algún producto alcalinizante. Una acidez superior al 16% es producida por la acción de contaminantes microbiológicos. (La acidez de la leche puede determinarse por titulación con NaOH 10N o 9N). (34)

En la leche se diferencian dos tipos de acidez: la acidez: natural y la desarrollada.

La **Acidez Natural** de la leche se debe principalmente a la caseína (2/5 partes), a las sustancias minerales y ácidos orgánicos (cítrico, fosfórico, carbónico) (2/5 partes), y a las reacciones secundarias debidas a los fosfatos (1/5 partes). El valor de la acidez natural de leches frescas oscila entre 0,14 y 0,16% en ácido láctico, aunque puede variar considerablemente al incrementarse la concentración de sólidos. Valores altos de acidez natural son indicadores de leches ricas en proteínas o de otros constituyentes con capacidad buffer.

La **Acidez Desarrollada**, es debida al ácido láctico y otros ácidos producidos por la degradación microbiana de la lactosa, y eventualmente de lípidos, y en

consecuencia depende de la carga bacteriana que posee la leche, así como del tiempo y temperatura de almacenamiento. (36)

#### ➤ **VISCOSIDAD**

La leche natural, fresca, es más viscosa que el agua, tiene valores entre 1.7 a 2.2 cp. Para la leche entera, mientras que una leche descremada tiene una viscosidad de alrededor de 1.2 cp.

La viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura hasta alrededor de los 70°C, por encima de esta temperatura aumenta su valor. (34)

#### ➤ **PUNTO DE CONGELACIÓN**

El valor promedio es de -0.54°C (varía entre -0.513 y -0.565°C), De acuerdo a la NTE INEN 10:2012 la leche pasteurizada entera debe tener un punto de congelación entre -0,536 a -0,512 ° C, se aprecia es menor a la del agua, y en consecuencia de la presencia de las sales minerales y de la lactosa. (34)

#### ➤ **PUNTO DE EBULLICIÓN**

La temperatura de ebullición es de 100.17°C. (34)

### **1.4.4 PROPIEDADES TÉRMICAS**

#### ➤ **CALOR ESPECÍFICO**

El calor específico ( $C_p$ ) es una propiedad que indica la cantidad de energía térmica que es necesario agregar o quitar a una unidad de masa, para provocar un determinado cambio en la temperatura. Esta propiedad es de gran importancia en la industria láctea, y es indispensable para desarrollar los cálculos y diseñar los equipos para los tratamientos térmicos a que es sometida la leche. (36)

El calor específico de los alimentos, depende de su composición, humedad, temperatura y presión. Para productos de composición conocida, como la leche, el calor específico puede calcularse utilizando la ecuación de (Singh & Heldman 1998). (1)

$$C_p(\text{KJ/Kg}^\circ\text{K}) = 1,424 * m_c + 1,549 * m_p + 1,675 * m_f + 0,837 * m_a + 4,187m$$

Dónde:

$m_c$ = Fracción en peso de los carbohidratos

$m_p$ = Fracción en peso de las proteínas

$m_f$ = Fracción en peso de la grasa

$m_a$ = Fracción en peso de las cenizas

$m$ = Fracción en peso de la humedad (1)

El calor específico de la leche esta inversamente relacionada con su contenido de sólidos totales. Para leche descremada entre 1 y 50°C, el calor específico fluctúa entre 3,906 y 3,993 KJ/Kg°K, mientras que valores de 4,052 y 3,931KJ/Kg°K han sido reportados para leche descremada y entera a 80°C respectivamente. La Tabla. 1.4.4-1, presenta los valores de calor específico de diferentes productos y fracciones lácteas. (36)

**Tabla.1.4.4-1.**

**Capacidades Calorificas de Diferentes Fracciones Lacteas a 20°C**

PRODUCTO	$C_p(\text{KJ/Kg}^\circ\text{K})$
Leche entera	3,9
Leche descremada	3,8
Crema(25% grasa)	3,5
Crema(45% grasa)	3,2
Grasa láctea	2,2

FUENTE:<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>

#### 1.4.5 INFORME NUTRICIONAL

**Tabla.1.4.5-1.**  
**Aporte Nutricional de la Leche**

<b>APORTE NUTRICIONAL DE LA LECHE</b>	
<b>Calorías</b>	59 a 65 Kcal
<b>Carbohidratos</b>	4.8 a 5 g
<b>Proteínas</b>	3 a 3.1 g
<b>Grasas</b>	3 a 3.1 g
<b>Agua</b>	87% al 89 %
<b>MINERALES</b>	
<b>Sodio</b>	30 mg
<b>Potasio</b>	142 mg
<b>Calcio</b>	125 mg
<b>Hierro</b>	0.2 mg
<b>Cobre</b>	0.03 mg
<b>Fosforo</b>	90 mg
<b>Cloro</b>	105 mg
<b>Magnesio</b>	8 mg
<b>Azufre</b>	30 mg

FUENTE: <http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm>

En cuanto a las vitaminas, la leche contiene tanto del tipo hidrosolubles como liposolubles, aunque en cantidades que no representan un gran aporte. Dentro las vitaminas que más se destacan están presentes la riboflavina y la vitamina B12. La industria lechera ha tratado de suplir estas carencias expendiendo leches enriquecidas por agregado de nutrientes. (35)

#### **1.4.6 CASOS EN QUE SU CONSUMO TIENE ESPECIAL BENEFICIO**

Para patologías como la Gastritis, la leche, es beneficiosa porque al tratarse de un alimento alcalino (pH 6.6), esta neutraliza la acidez característica de esa enfermedad. (35)

#### **1.4.7 CASOS EN LOS QUE SE RESTRINGE SU CONSUMO**

Para patologías intestinales, no se recomienda leche dado que no es bien tolerada debido a su contenido de lactosa (azúcar de la leche). En los casos de estas enfermedades, la leche no puede absorberse a nivel intestinal por falta de la enzima Lactasa, y eso, provoca distensión abdominal, dolor, inflamación y flatulencias. Para estos casos, se recomienda yogur como fuente alternativa de calcio, dado que este es mejor tolerado puesto que su lactosa se encuentra modificada. (35)

#### **1.4.8 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD**

La leche se somete a ciertas pruebas con el fin de determinar si es adecuada para la elaboración. Estas pruebas incluyen lo siguiente:

##### **❖ DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

Sirve para ver si la leche es pura o ha sufrido adulteración por aguado o descremado.

##### **❖ PUNTO DE CONGELACIÓN**

Este indica eventuales adulteraciones como el aguado.

##### **❖ DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ**

Para establecer alteraciones como acidificación o adición de leche mastítica o agentes neutralizantes.

##### **❖ PRECIPITACIÓN CON ALCOHOL**

Para determinar la estabilidad proteica, se mezclan cantidades iguales de leche y de alcohol a 68%, si se produce la coagulación, la acidez es demasiado elevada. (19)

## 1.5 ADITIVOS



**Fig.1.5-1. Aditivos Alimentarios**

Se entiende por aditivo alimentario Fig.1.5-1, cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características.(41)

### 1.5.1 FUNCIONES

Los aditivos alimentarios cumplen las funciones principales:

- ❖ Asegurar la seguridad y la salubridad.
- ❖ Aumentar la estabilidad del producto.
- ❖ Asegurar o mantener el valor nutritivo del alimento.
- ❖ Potenciar la aceptación del consumidor.

- ❖ Ayudar a la fabricación, transformación, preparación, transporte y almacenamiento del alimento.
- ❖ Dar homogeneidad al producto.(21)

### **1.5.2 CLASIFICACIÓN**

La clasificación general de los aditivos alimentarios puede ser:

- ❖ Sustancias que impiden las alteraciones químicas biológicas (antioxidantes, sinérgicos de antioxidantes y conservantes).
- ❖ Sustancias estabilizadoras de la características físicas (emulgentes, espesantes, gelificantes, antiespumantes, antipelmazantes, antiaglutinantes, humectantes, reguladores de pH).
- ❖ Sustancias correctoras de las cualidades plásticas. (mejoradores de la panificación, correctores de la vinificación, reguladores de la maduración).
- ❖ Sustancias modificadoras de los caracteres organolépticos (colorantes, potenciadores del sabor, edulcorantes artificiales, aromas).(21)

Existen categorías de aditivos por su uso en la industria alimentaria, entre ellas tenemos:

- ❖ Aromatizantes
- ❖ Colorantes
- ❖ Conservantes
- ❖ Antioxidantes
- ❖ Acidulantes
- ❖ Edulcorantes

- ❖ Espesantes
- ❖ Saborizantes
- ❖ Emulsionantes (21)

## 1.6 ESPECIAS Y CONDIMENTOS



**Fig.1.6-1. Especies y Condimentos**

Son sustancias vegetales que se usan en pequeñas cantidades para dar sabor fuerte, picante, dulces, excitante a las comidas Fig.1.6-1. Las especias proceden de raíces aromáticas secas, cortezas, brotes, semillas, bayas y demás frutos. Las especias son aromáticas y no solo mejoran el sabor de los alimentos, sino que además, ayudan a conseguir una digestión adecuada y favorecen la transformación de los alimentos. (21)

### 1.6.1 CANELA

- **Nombre científico o latino:** *Cinnamomum zeylanicum*.

#### 1.6.1.1 USOS Y APLICACIONES

- ❖ Los árabes la utilizan mucho para aromatizar carnes, ya que la canela contiene un aceite esencial rico en fenol que inhibe las bacterias responsables de la putrefacción de la carne.



- ❖ En la cocina se emplea fundamentalmente en postres (arroz con leche, natillas, etc.), y acompañando a frutas en los rellenos de carnes y aves.
- ❖ Indicada tanto para platos dulces como salados, es especialmente buena con el cordero en los tajines marroquíes, en los platos de arroz, en compotas de frutas, postres de chocolate, bizcochos y bebidas, con el pan especiado, en pudines, el strudel austriaco, el arroz con leche y helado de canela.(24)

### **1.6.2 CLAVO DE OLOR**

- ❖ Francés: Girofle
- ❖ Inglés: Clove
- ❖ Italiano: Garofano

#### **1.6.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CLAVO DE OLOR**

Árbol perenaifolio de hasta 15 m de altura. Hojas ovales y coriáceas. Flores reunidas en cimas compactas situadas en el extremo de las ramas. Fruto en baya alargada.(27)

#### **1.6.2.2 PRINCIPIOS ACTIVOS DEL CLAVO DE OLOR**

- ❖ Aceite esencial (15-20 %):
- ❖ Sesquiterpenos
- ❖ Esteres (20%).
- ❖ Fenoles.
- ❖ Óxidos.
- ❖ Otros componentes minoritarios.
- ❖ Flavonoides.
- ❖ Esteroles.
- ❖ Ácidos fenoles. (27)

### **1.6.2.3 EFECTOS DEL CLAVO DE OLOR**

- ❖ Antiséptico, bactericida, antiparasitario, fungicida y viricida (aceite esencial)
- ❖ Antiinflamatorio, analgésico, antihistamínico y espasmolítico.
- ❖ Antihelmíntico muy activo contra nematodos (aceite esencial).
- ❖ Antidiarréico (taninos).
- ❖ Uterotónico. (27)

### **1.6.3 ESENCIA DE VAINILLA**

Sustancia concentrada que se obtiene de la vaina de la vainilla; se usa para perfumar postres. Se aconseja añadirla en cantidades muy pequeñas. (32)

#### **1.6.3.1 PROPIEDADES DE LA ESENCIA DE VAINILLA**

Es una delicia, se extrae directamente de la planta de vainilla que suele crecer en diferentes regiones de América y en zonas tropicales. Sin embargo, el proceso complejo y delicado que implica la extracción de la esencia, hacen que el aceite puro de vainilla sea uno de los más costosos que existen. Pero de todas maneras, podemos encontrar en las tiendas aceites de vainilla que no son puros pero que perfumarán nuestra vida de una manera hermosa. Recuerda que es importante que los aceites esenciales sean conservados en frascos de color oscuro, para que conserven todas sus propiedades. (32)

#### **1.6.3.2 APLICACIONES**

- ❖ La esencia de vainilla es ideal para perfumar velas y aceites para masajes. Es un aroma muy versátil que combina muy bien con otros aceites, como el de sándalo, coco, limón, anís, tilo o lavanda.
- ❖ Tiene efectos relajantes y antiestrés.

- ❖ La vainilla es utilizada en muchos cosméticos, pero se destaca en la fabricación de colonias y perfumes. En la aromaterapia se lo utiliza con el fin de potenciar los efectos mentales y emocionales, ya que alivia los síntomas depresivos.(32)

## **1.7 EDULCORANTES**

Son aditivos alimentarios que confieren sabor dulce a los alimentos. Por este motivo, no se consideran edulcorantes los alimentos como la miel, ni los ingredientes como el azúcar común, la fructosa, la glucosa, etc. ya que tienen otras funciones en los alimentos, además de la de edulcoración. (29)

### **1.7.1 FUNCIONES**

- ❖ Proporcionan el sabor dulce cuando se agregan a los alimentos.
- ❖ Conservan la frescura y calidad del producto.
- ❖ Actúan como conservantes en las mermeladas y gelatinas, y dan un sabor más intenso a las carnes procesadas.
- ❖ Proporcionan fermentación para los panes y salsas agridulces, dan volumen a las cremas heladas y dan cuerpo a las bebidas carbonatadas.(29)

### **1.7.2 TIPOS**

#### **❖ NATURALES**

Los edulcorantes naturales se encuentran presentes en los productos lácteos, en las frutas y en las hortalizas, pero se extrae básicamente de la caña de azúcar y de la remolacha. Disponemos de dos tipos, los monosacáridos y los

disacáridos. Entre los primeros mencionaremos a la glucosa, la fructosa y la galactosa. Y en los segundos, la sacarosa, la lactosa y la maltosa. (30)

#### ❖ **DERIVADOS DE PRODUCTOS NATURALES**

Son edulcorantes extraídos de diversos alimentos. Los extraídos de los almidones serían la glucosa, la isoglucosa y el jarabe de glucosa. De la sacarosa se puede extraer un edulcorante denominado azúcar inverso. (30)

#### ❖ **SINTÉTICOS**

Los edulcorantes sintéticos son unas moléculas cuyo potencial de edulcoración es superior a los azúcares extraídos de la caña de azúcar y de la remolacha. El aspartamo, el acesulfamo, la sacarina, el ciclamato y la dulcina. (30)

#### ❖ **OTROS**

Los edulcorantes de origen vegetal sorprenden por su poder edulcorante, llegando a superar en algunos casos a los edulcorantes sintéticos.

En otros incluimos a los de origen vegetal pero que su nivel de edulcorante o dulzor es superior a los mencionados al principio. Serían la taumatina, el esteviósido, la monelina y la dihidrocalcona. (16)

### **1.7.3 AZÚCAR**



**Fig.1.7.3-1. Azúcar de Mesa**

Se denomina azúcar a la sacarosa, cuya fórmula química es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , también llamado azúcar común o azúcar de mesa Fig.1.7.3-1. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. En ámbitos industriales se usa la palabra azúcar o azúcares para designar los diferentes monosacáridos y disacáridos, que generalmente tienen sabor dulce, aunque por extensión se refiere a todos los hidratos de carbono.

El azúcar puede formar caramelo al calentarse por encima de su punto de descomposición (reacción de caramelización). Si se calienta por encima de  $145^{\circ}\text{C}$  en presencia de compuestos amino, derivados por ejemplo de proteínas, tiene lugar el complejo sistema de reacciones de Maillard, que genera colores, olores y sabores generalmente apetecibles, y también pequeñas cantidades de compuestos indeseables. El azúcar es una importante fuente de calorías en la dieta alimenticia moderna, pero es frecuentemente asociado a calorías vacías, debido a la completa ausencia de vitaminas y minerales. (22)

#### **1.7.3.1 TIPOS**

El azúcar se puede clasificar por su origen (de caña de azúcar o remolacha), pero también por su grado de refinación. Normalmente, la refinación se expresa visualmente a través del color (azúcar moreno, azúcar rubio, blanco), que está dado principalmente por el porcentaje de sacarosa que contienen los cristales. (22)

#### **1.7.3.2 USOS**

Es preservante del sabor en las conservas de frutas para que no se agrien; es antioxidante, evita la formación de óxidos en hierro; se utiliza como excipiente y agente granulador y tenso activo en jabones, productos de belleza y tintas. El

70% del azúcar del mundo se consigue de la caña de azúcar y el 30% de la remolacha. (23)

### 1.7.3.3 BENEFICIOS

Es recomendado para:

- ❖ El metabolismo.
- ❖ Reduce los niveles de colesterol y/o triglicéridos en sangre.
- ❖ Antioxidante.
- ❖ Favorece la circulación sanguínea: evita la formación de trombos.
- ❖ Para el corazón: que incrementa la irrigación sanguínea.
- ❖ Antitrombótica: evita la formación de trombos o coágulos de sangre.(23)

### 1.7.3.4 PROPIEDADES

- ❖ **Color:** Blanco transparente
- ❖ **Forma del cristal:** Pequeños cristales
- ❖ **Olor:** A caramelo
- ❖ **Solubilidad:** Soluble
- ❖ **Densidad:** 1587 kg/m<sup>3</sup>; 1.587 g/cm<sup>3</sup>
- ❖ **Punto de fusión:**185 °K (-88,15 °C)
- ❖ **Punto de ebullición:**375°K (102 °C)
- ❖ **Conductor de electricidad:** no conduce (23)

## 1.8 EMULSIFICANTE

La emulsificación se puede definir como una operación en la que dos líquidos que son normalmente inmiscibles se mezclan íntimamente, un líquido (la fase interna (FI), discontinua o dispersa) se dispersa en forma de pequeñas gotas o glóbulos en el otro (fase externa (FE), continua o dispersante). En la mayoría de las emulsiones los dos líquidos involucrados son el agua (W) y el aceite (O),

aunque en raras ocasiones se encuentran puros. La fase acuosa puede consistir en soluciones de sales, azúcares, colorantes y materiales coloidales hidrofílicos. La fase oleosa puede consistir de mezclas de aceites esenciales, hidrocarburos, ceras, resinas y en general de materiales hidrofóbicos. Para formar una emulsión estable es necesario el incluir un tercer componente denominado agente emulsificante.

Por lo general, las emulsiones son sustancias cuyas moléculas contienen una parte no polar y otra polar, por lo que es posible que se disuelvan tanto en agua o soluciones acuosas como en disolventes orgánicos y en aceites. Dependiendo del predominio de una de las partes de la molécula sobre la otra, el emulgente tendrá un carácter lipófilo o lipófilo y por consiguiente, presentará una mayor afinidad por el agua o por los aceites; ésta característica se conoce como balance hidrófilolipófilo. (20)

#### **1.8.1 CARACTERISTICAS DE UN EMULGENTE**

- ❖ Ser soluble en al menos una de las fases del sistema.
- ❖ La concentración en la interface ser mayor que la disuelta en el líquido.
- ❖ Formar una capa monomolecular en la fase interna.
- ❖ Formar micelas a una determinada concentración.
- ❖ Poseer al menos alguna de las siguientes propiedades; detergencia, poder espumógeno, ser humectante, emulgente, solubilizante o dispersante.(31)

#### **1.8.2 CLASIFICACIÓN**

- ❖ Agentes tensoactivos
- ❖ Polímeros naturales
- ❖ Sólidos finamente divididos
- ❖ Agentes emulsificantes naturales
- ❖ Agentes emulsificantes sintéticos.(31)

Otro tipo de clasificación:

➤ **EMULSIFICANTES NATURALES**

- ❖ Acacia
- ❖ Tragacanto
- ❖ Agar
- ❖ Pectina
- ❖ Gelatina
- ❖ Metilcelulosa
- ❖ Carboximetilcelulosa

➤ **EMULSIFICANTES SINTETICOS**

- ❖ Lauril sulfato de sodio
- ❖ Derivados de ácido sulfónico
- ❖ Jabones( alcalinos, metálicos, monovalentes, polivalentes).
- ❖ Cloruro de benzalconio.
- ❖ Esteres de sorbitan (Span)
- ❖ Polisorbatos(tween) (31)

### **1.8.3 FUNCIONES**

- ❖ Reducción de la tensión interfacial – estabilización termodinámica.
- ❖ Formación de una película rígida interfacial – barrera mecánica a la coalescencia.
- ❖ Formación de una doble capa eléctrica (31)

### **1.8.4 EFICACIA DE UN EMULSIFICANTE EN LA ESTABILIDAD**



La eficacia de un emulsificante depende, entre otros factores del modo de agitación y de su intensidad y la forma en que el emulsificante ha sido introducido. El papel de la agitación es ante todo de dividir las dos fases, de tal forma que una de las fases se convierta en pequeñas gotículas. La energía mecánica necesaria que hay que aplicar en esta operación es tanto menor, cuanto la tensión interfacial sea más pequeña. (31)

### **1.8.5 GELATINA**

La gelatina es una proteína cruda que se extrae de materias primas animales que contienen colágeno como los huesos, pieles y tendones de los animales. La gelatina tiene un excelente poder gelificante pues absorbe entre cinco y diez veces su propio peso por lo que se la emplea como coagulante, espesante y emulsificante. Estas además, utilizada como sustancia clarificadora. Utilizada como sustancia coagulante, la gelatina proporciona una consistencia gelatinosa firme y clara.

Un criterio importante para determinar la calidad de la gelatina es el llamado valor Bloom que generalmente está entre 50 y 300. Con este valor se determina la estabilidad y el poder de gelificación de la gelatina; cuando más alto sea el valor Bloom tanto más alta es la intensidad de la gelificación. (13)

## **1.9 BEBIDA LÁCTEA COMPUESTA**

Es un producto en el cual la leche , productos lácteos o los constituyentes de la leche son una parte esencial en términos cuantitativos en el en el producto final tal como se consume, siempre y cuando los constituyentes no derivados de la leche no estén destinados a sustituir totalmente o en parte a cualquiera de los constituyentes de la leche. No contiene suero de leche. (43)

### **1.9.1 CLASIFICACIÓN**

➤ **POR SU COMPOSICIÓN, LA BEBIDA LACTEA SE CLASIFICA EN:**

- ❖ Bebida láctea con suero de leche
- ❖ Bebida láctea compuesta

➤ **POR SU PROCESO, LA BEBIDA LÁCTEA SE CLASIFICA EN:**

- ❖ Pasteurizada
- ❖ Ultrapasteurizada
- ❖ Esterilizada

➤ **DE ACUERDO AL CONTENIDO DE LACTOSA**

- ❖ Bajo en lactosa o deslactosada
- ❖ Parcialmente deslactosada(43)

## **1.10 VIDA DE ANAQUEL**

Esencialmente la vida de anaquel de un alimento, se define como el tiempo en el cual éste conservará sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales.

La vida útil abarca varias facetas del valor nutritivo incluyendo seguridad, valor alimenticio y características sensoriales. Cuando se afecta este valor nutritivo, esto influye notablemente en las decisiones de compra del consumidor. Para las compañías de alimentos, la capacidad de un producto de conservar su calidad total durante la línea de proceso, distribución, comercialización y finalmente al consumidor, es el resultado de los intensos estudios para predecir su vida útil. Crear un producto con una vida útil fiable exige varios procesos y controles por el fabricante del alimento. (20)

### **1.10.1 FACTORES FUNDAMENTALES QUE INFLUYEN EN LA VIDA DE ANAQUEL DE UN ALIMENTO**

- ❖ Formulación
- ❖ Procesamiento
- ❖ Empaque
- ❖ Condiciones de Almacenamiento.(20)

### 1.10.2 VIDA DE ANAQUEL ACELERADA

Los métodos acelerados de la estimación de la durabilidad son útiles para disminuir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se están estudiando productos no perecederos. Se basa en someter el producto a condiciones de almacenamiento que aceleren las reacciones de deterioro, las que se denominan abusivas, que pueden ser temperaturas, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos.

El objetivo de este método es almacenar producto/empaque terminados, bajo condiciones de abuso, examinar el producto periódicamente hasta que ocurra el final de la vida de anaquel, y entonces usar estos resultados para proyectar la vida de anaquel bajo condiciones de verdadera distribución.

Uno de los modelos más utilizados en la determinación de la vida de anaquel de un producto es el Modelo de Arrhenius. La relación de Arrhenius, desarrollada teóricamente para reacciones químicas moleculares reversibles, ha sido experimentalmente aplicada a un número de reacciones químicas complejas y fenómenos físicos. Las reacciones de pérdida de calidad de los alimentos han mostrado que siguen un comportamiento de Arrhenius con la temperatura, dado por la siguiente ecuación:

$$k = Ae^{-E^*/RT}$$

Donde:

A = Constante llamada factor de frecuencia

E\* = Energía de activación (Tipo de reacción: reacciones enzimáticas 10- 30 Kcal/mol)

$R = 8,314 \text{ J/mol } ^\circ\text{K}$  constante universal de los gases

$T$  = Temperatura Absoluta (20)

### 1.10.3 CINETICA DE LA ECUACION DE ARRHENIUS

Este análisis está realizado para demostrar mediante la ecuación de Arrhenius que el tiempo de vida útil de la bebida nutritiva en condiciones aceleradas equivale al tiempo de vida útil de la bebida nutritiva en condiciones normales.

Si la concentración de uno de los reactantes es tan alta que permanece prácticamente constante durante el curso de la reacción se dice que la reacción es de pseudo primer orden en este caso se considera a la cantidad de alimento que permanece constante para ambas condiciones ambientales a las que fue sometido el producto. La rapidez con la que se produce una transformación química es un aspecto muy importante. Tanto desde el punto de vista del conocimiento del proceso como de su utilidad industrial, interesa conocer la velocidad de la reacción y los factores que pueden modificarla.

Se define la velocidad de una reacción química como la cantidad de sustancia formada (si tomamos como referencia un producto) o transformada (si tomamos como referencia un reactivo) por unidad de tiempo. La velocidad de reacción no es constante. Al principio, cuando la concentración de reactivos es mayor, también es mayor la probabilidad de que se den choques entre las moléculas de reactivo, y la velocidad es mayor. A medida que la reacción avanza, al ir disminuyendo la concentración de los reactivos, disminuye la probabilidad de choques y con ella la velocidad de la reacción.

Entonces, la velocidad de reacción es directamente proporcional a las concentraciones de los reaccionantes, es decir la velocidad de reacción depende de la concentración de los reactivos de ahí que a mayor concentración de los reactivos la velocidad de la reacción es mayor y a menor concentración de los reactivos la velocidad de reacción es menor.

Al incrementar la temperatura de una reacción se incrementa su energía cinética aumentando la probabilidad de colisiones y por consiguiente su velocidad de reacción, porque al incrementarse la velocidad con que se mueven las partículas estas chocaran con más frecuencia y de forma violenta produciendo una reacción química. (20)

Se planteó la ecuación de velocidad de descomposición de la siguiente manera.

$$\frac{dc}{dt} = -K[H_2O]C$$

Donde:

$dc/dt$  = Velocidad de descomposición

$k$ =Constante cinética (Ec. De Arrhenius)

$H_2O$ = Cantidad de agua en el alimento

$C$ =Cantidad de alimento en el tiempo

$$\frac{dc}{c} = -K[H_2O]dt$$

$$\int_{C_0}^C \frac{dc}{c} = -K[H_2O] \int_0^t dt$$

$$\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -K[H_2O]t$$

$$\frac{C}{C_0} = e^{-K[H_2O]t}$$

$$C = C_0 e^{-K[H_2O]t}$$

$$t_2 = \frac{k_1[H_2O]_1 t_1}{k_2[H_2O]_2}$$

## **1.11 ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO**

Entendemos por Análisis Básico (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractibles no nitrogenadas (ELN) se determinan por cálculo restando la suma de estos 5 componentes de 100%, para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de proteína, grasa o fibra. Cualquier error cometidos en las determinaciones de los cinco componentes citados aumenta la cifra de las sustancias extractibles no nitrogenadas. (8)

### **1.11.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas alimentarias, 1979), pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas.

Existen para esto varias razones, principalmente las siguientes:

- ❖ El agua si está presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.

- ❖ El agua es el adulterante por excelencia para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, etc.
- ❖ Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua. Por ejemplo la sal, azúcar.
- ❖ La cantidad de agua puede afectar la textura. Ejemplo carnes curadas.
- ❖ La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos.(8)

### **1.11.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinadas. Una vez que se eliminan otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde con el contenido de minerales del alimento.

La determinación de cenizas es importante porque:

- ❖ Nos da el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- ❖ Permite establecer la calidad comercial o tipo de harina.
- ❖ Da a conocer adulteraciones en alimentos, en donde se ha adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos, etc, como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche para quesos, neutralizantes de la leche que empieza a acidificarse, respectivamente.

- ❖ Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).(8)

### **1.11.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA**

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degraden estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) y ejercen una acción reguladora del peristaltismo y facilitan la evacuación de las heces fecales. (8)

El AOAC define a la fibra cruda como “la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión ácida-alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas”. La fibra contribuye a la textura rígida, dura y a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales. (18)

### **1.11.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA**

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldahl. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos de los cuales han sido automatizados o semiautomatizados. El método Kjeldahl, sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. (8)

### **1.11.5 EXTRACTO ETÉREO**



El método Soxhlet utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter que se encuentran en el alimento.

Insoluble en agua y soluble en disolventes orgánicos. Proporcionan energía y son la principal reserva energética del organismo. Fuente de ácidos grasos esenciales, transporte de combustible metabólico y disolvente de algunas vitaminas. Influyen en la absorción de las proteínas y en la calidad de la grasa que se deposita en el cuerpo y de los productos grasos que se obtienen. (8)

#### **1.11.6 EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO**

Eminentemente energético, son sustancias que producen calor y energía de movimiento. Lo componen los azúcares, el almidón o fécula. (8)

#### **1.12 PROCESO**

Es cualquier operación o serie de operaciones que provocan un cambio físico o químico a un material o mezcla de materiales. (10)

#### **1.13 PROCESOS INDUSTRIALES**

Los procesos industriales exigen el control de la fabricación de los diversos productos obtenidos. Los procesos son muy variados y abarcan muchos tipos de productos: la fabricación de los productos derivados del petróleo, de los productos alimenticios, la industria cerámica, las centrales generadoras de energía, la siderurgia, los tratamientos térmicos, la industria papelera, la industria textil, etc.

En todos estos procesos es absolutamente necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, el caudal, el nivel, la temperatura, el pH, la conductividad, la velocidad, la humedad, el punto de rocío, etc. Los procesos industriales a controlar pueden dividirse ampliamente

en dos categorías: procesos continuos y procesos discontinuos. En ambos tipos, deben mantenerse en general las variables (presión, caudal, nivel, temperatura, etc.), bien en un valor deseado fijo, bien en un valor variable con el tiempo de acuerdo con una relación predeterminada, o bien guardando una relación determinada con otra variable. (5)

#### **1.14 OPERACIONES UNITARIAS**

Son los pasos, estadios o unidades que son independientes del material que se procesa, o bien, otras características del sistema en particular. Se ha restringido a aquellos estadios donde los cambios son esencialmente físicos y afectan a la materia sin afectar sus propiedades químicas. (10)

#### **1.15 DIAGRAMA DE FLUJO**

En todo tipo de ingeniería se requiere de planos que especifiquen tamaños, formas, conexiones y corrientes. Estos planos sirven para calcular, construir o cotizar equipos o procesos.

Los planos reciben en nombre de diagramas de flujo cuando representan la secuencia u operaciones que se llevan a cabo para fabricar cierto producto. En los diagramas de flujo se dibujan los equipos mayores de un proceso y las corrientes que entran y salen de estos equipos. A veces los equipos se representan por rectángulos sobre los que se indica el nombre del equipo que simbolizan. Estos diagramas se conocen como diagramas de bloques. (16)

#### **1.16 BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA**

Los balances de materia y energía son una contabilidad de entradas y salidas de materiales y energía de un proceso o de una parte de estos balances son importantes para el diseño del tamaño de aparatos que se emplean y para calcular su costo. Si la planta trabaja, los balances proporcionan información

sobre la eficiencia de los procesos. Los balances de materia y energía se basan en las leyes de la conservación de la masa y la energía. Estas leyes indican que la masa y energía son constantes y que por lo tanto la masa y la energía entrante a un proceso, deben ser iguales a la masa y energía salientes a menos que se produzca una acumulación dentro del sistema. (16)

## **1.17 VARIABLES**

En la industria alimenticia, las variables que se necesitan medir con mayor frecuencia son el gasto o cantidad de materia procesada por unidad de tiempo, la concentración, la presión, la temperatura, el trabajo efectuado, la potencia y variables afines. En la actualidad, el sistema de unidades que más se utiliza es el sistema SI o sistema internacional de unidades. (16)

### **1.17.1 CANTIDAD DE MATERIA PROCESADA**

Una de las variables que se debe controlar con más cuidado es la cantidad de materia procesada y se hace al medir el gasto o masa por unidad de tiempo que entra o sale de un equipo. Las unidades utilizadas para esta variable es el sistema internacional Si en Kg/s. También se mide la masa procesada con el volumen que pasa por unidad de tiempo o caudal, en este caso las unidades serán m<sup>3</sup>/s. (16)

### **1.17.2 DENSIDAD RELATIVA**

La densidad relativa es la relación entre la densidad de un cuerpo y la densidad del agua a 4 °C, que se toma como unidad, la densidad relativa de la sustancia equivale numericamente a su densidad expresada en gramos por centímetro cúbico.

### **1.17.3 VISCOSIDAD**

Es una propiedad físico-química de los fluidos y representa la resistencia que presentan los fluidos al fluir. Los fluidos reales muestran una amplia diversidad de resistencia a los esfuerzos cortantes. Una semejanza de un fluido real, es la representación de una serie de capas una encima de otra, en la cual se mueve la capa superior y también las capas intermedias por debajo de ella, el movimiento de la capa superior de la inferior paralelamente. (3)

#### ❖ UNIDADES DE LA VISCOSIDAD

Las unidades más utilizadas al trabajar con la viscosidad son las siguientes

#### ❖ VISCOSIDAD DINAMICA

Cuya fórmula es la siguiente:

$$\mu = v * \rho$$

Donde:

$\mu$ = Viscosidad dinámica (cp)

$v$ = Viscosidad cinemática (cst)

$\rho$ =Densidad del fluidos (g/ml)

Las unidades fundamentales en el sistema c.g.s es el Poise, definido como g/cm.s, pero en la práctica se utiliza el centipoise, que es centésima parte de un Poise.

#### ❖ VISCOSIDAD CINÉTICA

Cuya fórmula es la siguiente:

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

Donde:

u= Viscosidad dinámica (cp)

v= Viscosidad cinemática (cst)

$\rho$ =Densidad del fluidos (g/ml)

La unidad fundamental es el Stokes, de unidades  $\text{cm}^2/\text{s}$ , aunque en la práctica se utiliza el centistoke (cst). (3)

#### **1.17.4 CALOR**

Se define como la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas(o un sistema y sus alrededores) debido a una diferencia de temperatura. Se puede definir al calor como:

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

Q= cantidad de calor en KJ/Kg $^{\circ}$ K

m=Masa de la muestra en Kg

$\Delta T$ =variación de la temperatura en  $^{\circ}\text{K}$  (4)

#### **1.17.5 CAPACIDAD CALORÍFICA**

Se define como la energía requerida para elevar la temperatura de una masa unitaria de una sustancia en un grado. En general, esta energía dependerá de cómo se ejecute el proceso. En termodinámica, interesan dos tipos de calores específicos, calor específico a volumen constante  $C_v$  y calor específico a presión constante  $C_p$ . (4)

#### **1.18 BALANCE DE MATERIA**

Los balances de materia no son más que la aplicación de la ley de conservación de la masa: “La materia no se crea ni se destruye”. Para efectuar

un balance de materia de un proceso, primero hay que especificar en qué consiste el sistema para el cual se hará el balance y establecer sus fronteras. Un balance de materia no es más que una contabilización de material. Es común comparar los balances de materia con los balances de cuentas de cheques. Se deposita y se retira dinero, y la diferencia entre los saldos inicial y final representa la acumulación. (7)

La ecuación utilizada para el balance global de masa es la siguiente

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Acumulación}$$

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$A + B = C$$

$$AX_A + BX_B = CX_C$$

Donde:

A = Corriente de alimentación (Kg/h)

B = Corriente de alimentación (Kg/h)

C = Corriente de salida (Kg/h)

$X_A$  = Fracción molar en la alimentación (adimencional)

$X_B$  = Fracción molar en la alimentación (adimencional)

$X_C$  = Fracción molar de salida (adimencional)

### **1.19 BALANCE DE ENERGIA**

Aun proceso, o a una parte del mismo, separado de los alrededores por un límite imaginario, se le puede aplicar un balance de energía. Como en un balance de materia, la entrada que cruza el límite tiene que ser igual a la salida

más la acumulación. Si las condiciones son de estado estacionario (no varían con el tiempo), la entrada es igual a la salida.

En un balance de energía es preciso incluir todas las formas de energía. Sin embargo, en la mayor parte de los procesos de flujo algunas formas de energía, tal como magnética, superficial y de esfuerzo mecánico, no varían y no es preciso tenerlas en cuenta. Las formas más importantes son la energía cinética, la energía potencial, la entalpía, el calor y el trabajo. En los procesos electroquímicos hay que añadir a la lista la energía eléctrica. (9)

La ecuación utilizada para el balance global de energía es la siguiente:

$$Q - W = \Delta E$$

Donde:

$$\Delta E = \Delta U + \Delta EC + \Delta EP$$

Reemplazando tenemos:

$$Q - W = \Delta U + \Delta EC + \Delta EP$$

Donde:

$Q$  = Transferencia de calor a través de las fronteras

$W$  = Trabajo hecho en todas las formas

$\Delta U$  = Energía interna

$\Delta EC$  = Energía cinética

$\Delta EP$  = Energía potencia

$$\Delta U = m (u_2 - u_1)$$

$$\Delta EC = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\Delta EP = mg (z_2 - z_1)$$

$$Q = mC_p\Delta T$$

## 1.20 MARMITA

Es una olla de metal cubierta con una tapa que queda totalmente ajustada. Se utiliza generalmente a nivel industrial para procesar alimentos nutritivos, mermeladas, jaleas, chocolate, dulces y confites, carnes, bocadillos, salsas, etc., Además sirven en la industria química farmacéutica y en fin en todo proceso en el que se necesite incrementar la temperatura de la mezcla utilizando vapor, llama directa y/o resistencias eléctricas. En la Fig.1.20-1, se puede observar un tipo de marmita agitadora utilizada en la industria alimenticia.



**Fig.1.20-1. Marmita con Agitación**

### 1.20.1 TIPOS DE MARMITA

La revolución industrial trajo la máquina de vapor y con ella la marmita, que posteriormente fue utilizada en la industria de alimentos. Dependiendo de sus componentes existen diferente tipo de marmitas, por ejemplo:

- ❖ simple,
- ❖ de vapor con chaqueta,
- ❖ de refrigeración con chaqueta,
- ❖ con agitador,
- ❖ al vacío,



## 1.20.2 DISEÑO DE UNA MARMITA

### 1.20.2.1 ALTURA DE LA MARMITA

Para el cálculo de la altura de la marmita se utilizó la siguiente ecuación:

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

Donde:

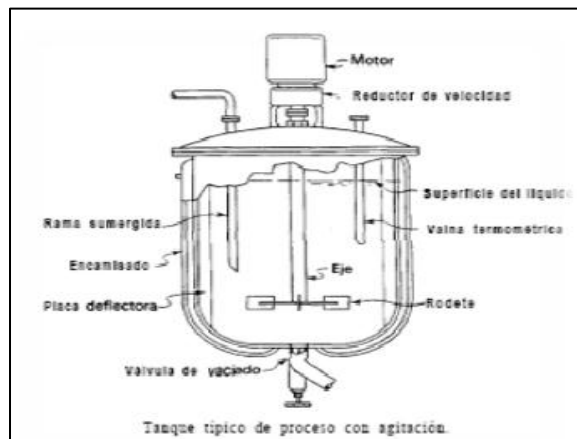
V= Volumen de la marmita (L)

r= Radio de la marmita (m)

h=Altura de la marmita (m)

### 1.20.2.2 DISEÑO DEL AGITADOR DE LA MARMITA

Los líquidos y liquido – solido se agitan con más frecuencia en tanques o recipientes generalmente de forma cilíndrica y provistos de un eje vertical. La parte superior del recipiente puede estar abierto o cerrado. Las proporciones del tanque varían bastante dependiendo de la naturaleza del problema de agitación. Sin embargo, en muchas situaciones se utilizan un diseño estandarizado como el que se muestra en la Fig.1.20.2.2-1. (14)



**Fig.1.20.2.2-1. Equipo de Agitación**

El fondo del tanque es redondo y no plano, con el fin de eliminar los rincones escarpados o regiones en las que no penetrarían las corrientes de fluido. La altura del líquido es aproximadamente igual al diámetro del tanque. El rodete va instalado sobre un eje suspendido, es decir, un eje soportado en la parte superior. El eje esta accionado por un motor, a veces directamente conectado al eje, pero más frecuentemente acoplado al eje a través de una caja reductora de velocidad. Generalmente lleva incorporado encamisados y vainas para termómetros u otros instrumentos de medida de temperatura. (14)

En la Tabla.1.20.2.2-1 se muestra la conductividad térmica que posee el acero inoxidable 304 que será utilizado para construir la marmita con agitación.

**Tabla.1.20.2.2-1.**  
**Transferencia de Calor del Acero Inoxidable 304**

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR
<b>CONDUCTIVIDAD TÉRMICA ACERO INOXIDABLE 304</b>	J/m <sup>2</sup> s <sup>0</sup> k	50,2

FUENTE: Manual del Ingeniero Químico, J. Perry (11)

### **1.20.2.3 LONGITUD DEL BRAZO DE AGITACIÓN**

La longitud del brazo de agitación está dada por la siguiente ecuación:

$$L_b = 1/2 \phi_t$$

Donde:

$L_b$  = Longitud del brazo (m)

$\phi_t$  = Diametro de la marmita (m)

### **1.20.2.4 ESPESOR DEL RODETE**

Dentro del sistema de agitación el rodete crea un modelo de flujo en el sistema. Dando lugar a que el líquido circule a través del tanque y eventualmente

retorne al rodete. No existe una relación fija para el espesor del rodete generalmente varía desde un sexto hasta un decimo de la longitud del brazo. Sin embargo la relación más empleada es la siguiente:

$$E_r = 1/10 (L_b)$$

Donde:

$E_r$  = Espesor del rodete (m)

$L_b$  = Longitud del brazo (m)

#### **1.20.2.5 DIAMETRO DEL RODETE**

Para el diámetro del rodete se emplea la siguiente ecuación:

$$\phi_r = 2/3 \phi_t$$

Donde:

$\phi_r$  = Diametro del rodete (m)

$\phi_t$  = Diametro de la marmita (m)

#### **1.20.2.6 ESPACIO ENTRE EL FONDO DEL TANQUE Y EL RODETE**

Para que exista una buena mezcla debe existir un espacio adecuado entre el fondo del tanque y el rodete par que todas las corrientes provocadas por la agitación pueda homogenizar completamente el o los líquidos involucrados en el proceso. Para ello generalmente se tiene la siguiente ecuación:

$$X = h - L_b$$

Dónde.

$X$  = Distancia entre el fondo de la marmita y la paleta

$h$  = Altura de la marmita

Lb = Longitud del brazo

#### **1.20.2.7 ALTURA DE LA PALETA**

Para determinar el alto de la paleta se emplea a menudo la siguiente expresión:

$$A_p = 1/5 L_b$$

Donde:

$A_p$  = Alto de la paleta

$L_b$  = Longitud del brazo (14)

#### **1.20.2.8 POTENCIA CONSUMIDA EN EL RECIPIENTE DE AGITACIÓN**

Un factor trascendental en el diseño de un recipiente de agitación es la potencia necesaria para mover el impulsor. Puesto que la potencia requerida para un sistema dado no puede predecirse teóricamente, se tienen correlaciones empíricas para estimar los requerimientos de potencia.

La presencia o ausencia de turbulencia puede correlacionarse con el número de Reynolds del impulsor  $N_{Re}$ , que se define como:

$$N_{Re} = \frac{\phi_t^2 * N * \rho}{\mu}$$

Donde:

$\phi_t$  = Diámetro del tanque (m)

$N$  = Numero de revoluciones por segundo

$\mu$  = Viscosidad del fluido (Pa.s)

$\rho$  = Densidad del fluido

El consumo de potencia se relaciona con la densidad del fluido  $\rho$ , su viscosidad  $\mu$ , la velocidad de rotación  $N$  el diámetro del impulsor  $D_a$ , por medio

de gráficas de número de potencia  $N_p$  en función de  $N_{Re}$ . El número de potencia es:

$$N_p = \frac{P}{N^3 * \rho * \phi t^5}$$

Donde:

$N_p$  = Numero de Potencia

$P$  = Potencia (W)

$N$  = Revoluciones por segundo

$\rho$  = Densidad del fluido ( $\text{Kg/m}^3$ )

$\phi t$  = Diametro del tanque (m) (14)

#### **1.20.2.9 FACTOR DE SEGURIDAD DEL MOTOR DE AGITACIÓN**

Para evitar un sobrecalentamiento del motor se debe trabajar con un factor de seguridad que generalmente es decidido por el personal de diseño el factor de seguridad del 30% indica un sistema completamente seguro, el 20% indica un sistema medianamente seguro y el 10% indica un sistema de protección bajo. Por lo general el factor de seguridad es del 15%.Entonces se tiene la siguiente ecuación:

$$P_c = (f_s * P) + P$$

Donde:

$P_c$  = Potencia corregida (W)

$f_s$  = Factor de seguridad

$P$  = Potencia (W) (14)

# CAPÍTULO II

## PARTE

### EXPERIMENTAL

## **CAPITULO II**

### **2 PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2.1 MUESTREO**

##### **2.1.1 TIPO DE MUESTREO**

Aleatorio Sistemático

##### **2.1.2 FUNDAMENTO**

Las materias primas que se utilizaron para esta investigación, se las tomó de diversas fuentes, la machica en la Molinera “San Luis”, las otras materias primas como la azúcar, leche, especias (canela, clavo de olor y pimienta dulce), esencia de vainilla y gelatina sin sabor se adquirieron en los supermercados AKI y TIA de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.

En la molinera “San Luis” la producción diaria es de 10 quintales de machica en los días lunes, miércoles y viernes, la muestra se lo tomó siguiendo el procedimiento de la NTE INEN 0617:81 (Harina de origen vegetal. Muestreo) de cada quintal de machica se tomó una muestra de 100 g con la ayuda de una Manilla (acero inoxidable o plástico) de diferentes partes del quintal, obteniendo una muestra total de 1 Kg para la elaboración de la bebida. (ANEXO I y II)

#### **2.2 METODOLOGÍA**

##### **2.2.1 MÉTODOS**

Se aplicó el método experimental científico, se prepararon dos formulaciones a base de machica, leche pasteurizada, azúcar y especias naturales con diferentes porcentajes como se observa en la Tabla.2.2.1-1. (ANEXO III)

**Tabla.2.2.1-1.**  
**Proporciones que se utilizaròn para Elaborar las Bebidas**

<b>MATERIAS PRIMAS</b>	<b>FORMULACIÓN A</b>		<b>FORMULACIÓN B</b>	
	<b>PESO (g)</b>	<b>%</b>	<b>PESO(g)</b>	<b>%</b>
<b>Leche pasteurizada</b>	1029,3	90,69	1029,3	91,48
<b>Machica tamizada(105µm)</b>	40	3,52	35	3,11
<b>Azúcar de mesa blanca</b>	65	5,73	60	5,33
<b>Canela</b>	0,15	0,01	0,20	0,02
<b>Clavo de olor</b>	0,15	0,01	0,12	0,01
<b>Pimienta dulce</b>	0,20	0,02	0,30	0,03
<b>Esencia de vainilla</b>	0,15	0,01	0,20	0,02
<b>SUMA</b>	<b>1134,95</b>	<b>100</b>	<b>1125,12</b>	<b>100</b>

**FUENTE:** Edison Choto

Las formulaciones A y B se sometieron a pruebas de degustación para establecer la formulación de mayor aceptabilidad, a los estudiantes del octavo nivel de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, así como a los miembros del tribunal de tesis, esta prueba se ejecuto el día miércoles 11 de abril del presente año. Resultando la formulación B la de mayor aceptabilidad, por sus excelentes características de sabor, olor, fluidez y color. (ANEXO IV)

La formulación (B) presento problemas en su estabilidad (2 fases), a los 30 minutos de envasado, por lo que fue necesario utilizar un estabilizante se selecciono la gelatina sin sabor por su costo y eficiencia en comparación con el CMC (Carboximetilcelulosa), realizándose varios ensayos con diferentes concentraciones como se observa en la Tabla.2.2.1-2.



**Tabla.2.2.1-2.****Cantidad de emulsificante en relación al volumen de la bebida**

<b>VOLUMEN DE LA BEBIDA</b>	<b>MASA DEL EMULSIFICANTE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>250 ml</b>	0,2 g	Precipitado
<b>250 ml</b>	0,4 g	Poco precipitado
<b>250 ml</b>	0,6 g	Emulsión
<b>250 ml</b>	0,8 g	Poca gelificacion
<b>250 ml</b>	1 g	Gelificacion

**FUENTE:** Edison Choto

La dosis del estabilizante que dio el mejor resultado fue de 0,6 g por cada 250ml de la bebida; este aditivo está autorizado por el INEN. (ANEXO V)

Luego de resolver el problema de estabilidad que se tenía con la formulación B gracias a la ayuda de la gelatina sin sabor, en la Tabla.2.2.1-3, se detalla la formulación final de la bebida nutritiva a base de machica y leche para un volumen de 1 litro.

**Tabla.2.2.1-3.****Formulación Final de la Bebida a Base de Machica y Leche**

<b>MATERIAS PRIMAS</b>	<b>PESO (g)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Leche pasteurizada</b>	1029,3	91,32
<b>Machica tamizada(105µm)</b>	35	3,11
<b>Azúcar de mesa blanca</b>	60	5,32
<b>Canela</b>	0,20	0,02
<b>Clavo de olor</b>	0,12	0,01
<b>Pimienta dulce</b>	0,30	0,03
<b>Esencia de vainilla</b>	0,20	0,02
<b>Gelatina sin sabor</b>	2	0,17
<b>SUMA</b>	<b>1127,12</b>	<b>100</b>

### 2.2.1.1 VITA UTIL DEL PRODUCTO

Una vez obtenido el producto, este fue sometida a pruebas de vida útil en tres ambientes diferentes: refrigeración, temperatura ambiente y condiciones aceleradas (30 ° C) (ANEXO VI), la variable que se controló en cada uno de estos ambientes es el pH y se evaluaron las características sensoriales (consistencia y olor). Los análisis de estas pruebas se muestran en las siguientes Tablas: 2.2.1.1-1, 2.2.1.1-2, 2.2.1.1-3 y 2.2.1.1-4.

**Tabla: 2.2.1.1-1.**

**Condiciones a las que son Expuestas las Muestras**

CONDICIONES	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
FORMAS	Refrigeración	Ambiente	Acelerada
TEMPERATURA	5 – 7 °C	15 - 19°C	30°C

**Tabla: 2.2.1.1-2.**

**Muestra 1 Condiciones de Refrigeración**

DÍAS	MUESTRA 1		OBSERVACIONES
	pH	T( °C)	
1	6,63	6	Olor agradable y de consistencia fluida
2	6,66	7	Olor agradable y de consistencia fluida
3	6,62	6	Olor agradable y de consistencia fluida
4	6,63	6	Olor agradable y de consistencia fluida
5	6,66	5	Olor agradable y de consistencia fluida
6	6,65	5	Olor agradable y de consistencia fluida
7	6,68	6	Se produce un asentamiento del olor, es fluido
8	6,63	5	Se produce un asentamiento del olor, es fluido
9	6,64	6	Se produce un asentamiento del olor, es fluido
10	6,58	7	Olor desagradable y de consistencia no fluida
11	6,41	7	Olor más desagradable y de consistencia no fluida

**Tabla: 2.2.1.1-3.**

**Muestra 2 Condiciones de Temperatura Ambiente**

DÍAS	MUESTRA 2		OBSERVACIONES
	pH	T( °C)	
0	6,63	7	Olor agradable y de consistencia fluida
1	6,63	18,5	Olor agradable y de consistencia fluida
2	6,15	17	Se formó una nata en la parte superior de la bebida , además se observó la separación de la bebida en 2 fases

**FUENTE:** Edison Choto

**Tabla: 2.2.1.1-4.**

**Muestra 3 Condiciones Aceleradas (30°C)**

DÍAS	MUESTRA 3		OBSERVACIONES
	pH	T( °C)	
0	6,63	7	Olor agradable y de consistencia fluida
1	6,63	30	Presento un mal olor, consistencia muy viscosa, se formó un gel compacto.

**FUENTE:** Edison Choto

De las tres muestras, la que presento mayor estabilidad fue la almacenada en condiciones de refrigeración.

### **2.2.1.2 DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD DINAMICA.MÉTODO: VISCOSÍMETRO DE BROOKFIELD**

El calculo de la viscosidad dinámica de la leche pasteurizada y la bebida nutritiva a base de machica y leche se llevo a cabo en el laboratorio de Desarrollo e Investigacion de la Empresa ECUACERAMICA, ubicada en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo. Para medir la viscosidad de nuestra bebida se utilizo un viscosimetro de Brookfield (ANEXO VII), mismo

que mide y registra la oposicion que la bebida presenta al movimiento rotatorio de los husillos.El equipo a su vez cuenta con 8 tipos de husillos de nominacion: L1 , L2, L3 hasta L8 , estos husillos son utilizados para determinar la viscosidad de diversos fluidos.

Para el caso de la leche pasteurizada y la bebida nutritiva a base de machica y leche, por no haber tenido referencias algunas de sus viscosidades, se han empleado todos los husillos hasta dar con aquel que nos proporcione la lectura mas adecuada, y encontramos resultados al utilizar los Husillos L1 y L2 , como se muestra en las siguientes Tablas.2.2.1.2-1, 2.2.1.2-2 y 2.2.1.2-3.

**Tabla.2.2.1.2-1.**

**Determinación de la viscosidad de la leche pasteurizada utilizando el husillo L1**

RPM	RESULTADO	FACTOR	VISCOSIDAD(cp)
50	1,2	2	2,4

**Tabla.2.2.1.2-2.**

**Determinación de la viscosidad de la colada de machica utilizando el husillo L1**

RPM	RESULTADO	FACTOR	VISCOSIDAD(cp)
50	23,3	2	46,6
20	9,8	5	45,5
10	5,30	10	44,5

**Tabla.2.2.1.2-3.**

**Determinación de la viscosidad de la colada de machica utilizando el husillo L2**

RPM	RESULTADO	FACTOR	VISCOSIDAD(cp)
50	5,6	8	44,8

## 2.2.2 TÉCNICAS

Las técnicas aplicadas para las pruebas físicas, químicas y microbiológicas realizadas en el control de calidad de la bebida son las NTE del INEN como se muestran en la Tabla.2.2.2-1.

**Tabla.2.2.2-1.**  
**Técnicas Utilizadas en la Elaboración de la Formulación B**

PARÁMETROS	TÉCNICA	NORMA
<b>PRUEBAS FÍSICAS</b>		
<b>pH</b>	Potenciométrico.	NTE INEN 389
<b>Densidad</b>	Lactodensímetro	NTE INEN 13:84
<b>Viscosidad</b>	Viscosímetro	
<b>PRUEBAS QUÍMICAS</b>		
<b>Grasa</b>	Gerber	NTE INEN 12:73
<b>Acidez</b>	Volumetría	NTE INEN 13:84
<b>Humedad</b>	Estufa de aire caliente	NTE INEN 518:81
<b>Ceniza</b>	Incineración en mufla	NTE INEN 520:81
<b>Proteína</b>	Macrokjeldhal	NTE INEN 519:81
<b>grasa</b>	Soxhlet	NTE INEN 523:81
<b>Fibra</b>	Wende	NTE INEN 522:81
<b>Estabilidad</b>	Arrhenius	
<b>ELNn</b>	Calculo	
<b>Energía</b>	Calculo	NTE INEN 1334-2:11
<b>Carbohidratos totales</b>	Calculo	
<b>PRUEBAS MICROBIOLOGÍAS</b>		
<b>Aerobios mesofilos</b>		NTE INEN 529-5
<b>Coliformes totales</b>		NTE INEN 529-7
<b>Eschericha. coli</b>		NTE INEN 1529-10

FUENTE: Edison Choto

## 2.3 DATOS EXPERIMENTALES

### 2.3.1 FORMULACIONES DE LA BEBIDA

En la Tabla.2.3.1-1 se muestra las dos formulaciones que se planteo para elaborar la bebida nutritiva a base de machica y leche.

**Tabla.2.3.1-1.**  
**Formulaciones de las Bebidas**

MATERIAS PRIMAS	FORMULACIÓN A		FORMULACIÓN B	
	PESO (g)	%	PESO(g)	%
Leche pasteurizada	1029,3	90,53	1029,3	91,32
Machica tamizada(105µm)	40	3,52	35	3,11
Azúcar de mesa blanca	65	5,72	60	5,32
Canela	0,15	0,01	0,20	0,02
Clavo de olor	0,15	0,01	0,12	0,01
Pimienta dulce	0,20	0,02	0,30	0,03
Esencia de vainilla	0,15	0,01	0,20	0,02
<b>SUMA</b>	<b>1136,95</b>	<b>100</b>	<b>1127,12</b>	<b>100</b>

FUENTE: Edison Choto

La Tabla.2.3.1-2 se muestra la formulación final de la bebida nutritiva a base de machica y leche.

**Tabla.2.3.1-2.**  
**Formulación Final (B) de la Bebida**

MATERIAS PRIMAS	PESO (g)	PORCENTAJE (%)
Leche pasteurizada	1029,3	91,32
Machica tamizada(105µm)	35	3,11
Azúcar de mesa blanca	60	5,32
Canela	0,20	0,02

<b>Clavo de olor</b>	0,12	0,01
<b>Pimienta dulce</b>	0,30	0,03
<b>Esencia de vainilla</b>	0,20	0,02
<b>Gelatina sin sabor</b>	2	0,17
<b>SUMA</b>	<b>1127,12</b>	<b>100</b>

FUENTE: Edison Choto

### 2.3.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE LA LECHE , MACHICA Y DE LA BEBIDA

Los resultados del análisis físico químico de la leche, machica y la bebida se detallan a continuación en las Tablas.2.3.2-1,2.3.2-2 y 2.3.2-3.

**Tabla.2.3.2-1.**

**Resultados de los Análisis realizados al Producto Final**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Humedad</b>	%	78,74
<b>Ceniza</b>	%	0,81
<b>Proteína</b>	%	3,50
<b>Fibra</b>	%	0,47
<b>Grasa</b>	%	2,90
<b>ELnN</b>	%	13,58
<b>Carbohidratos totales</b>	%	14,05
<b>Energía</b>	KJ	397,66
<b>Densidad</b>	g/ml	1,0684
<b>acidez</b>	%	0,15
<b>pH</b>	pH	6,63
<b>Viscosidad</b>	cp	45,35
<b>Brix</b>	°Brix	17,5
<b>Capacidad calorífica</b>	KJ/Kg°K	3,60

FUENTE: Edison Choto

**Tabla.2.3.2-2.**  
**Resultados del Análisis de la Machica**

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Humedad	%	5,82
Ceniza	%	2,36
Proteína	%	8,28
Fibra	%	5,27
Grasa	%	2,40
ELnN	%	75,87

FUENTE: Edison Choto

**Tabla.2.3.2-3.**  
**Resultados del Análisis de la Leche Pasteurizada**

PARÁMETROS	UNIDAD	LECHE
Densidad	g/ml	1,0293
acidez	%	0,15
pH	pH	6,73
viscosidad	cp	2,4
Grasa	%	3,0

FUENTE: Edison Choto

## **2.4 DATOS ADICIONALES**

### **2.4.1 RESULTADO DE LA PRUEBA DE DEGUSTACION INFORMACION GENERAL**

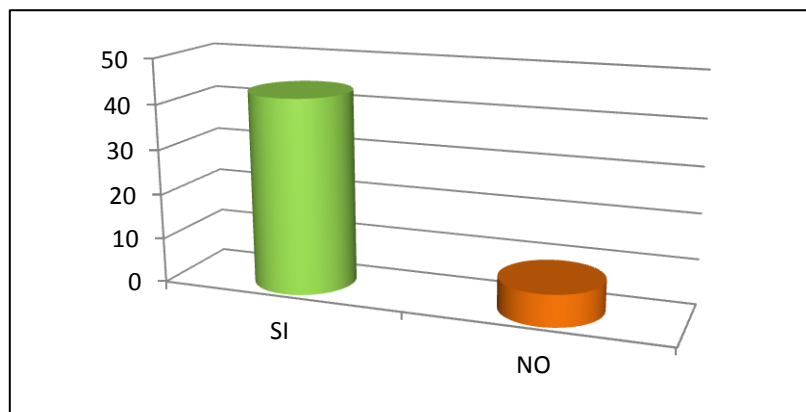
#### **2.4.1.1 PREGUNTA N° 1**

**¿EN UNA O VARIAS VECES AL MES HA CONSUMIDO COLADA DE MACHICA EN SU CASA?**



**Tabla.2.4.1.1-1.**  
**Resultados de la Pregunta 1**

	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>SI</b>	43	86
<b>NO</b>	7	14
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



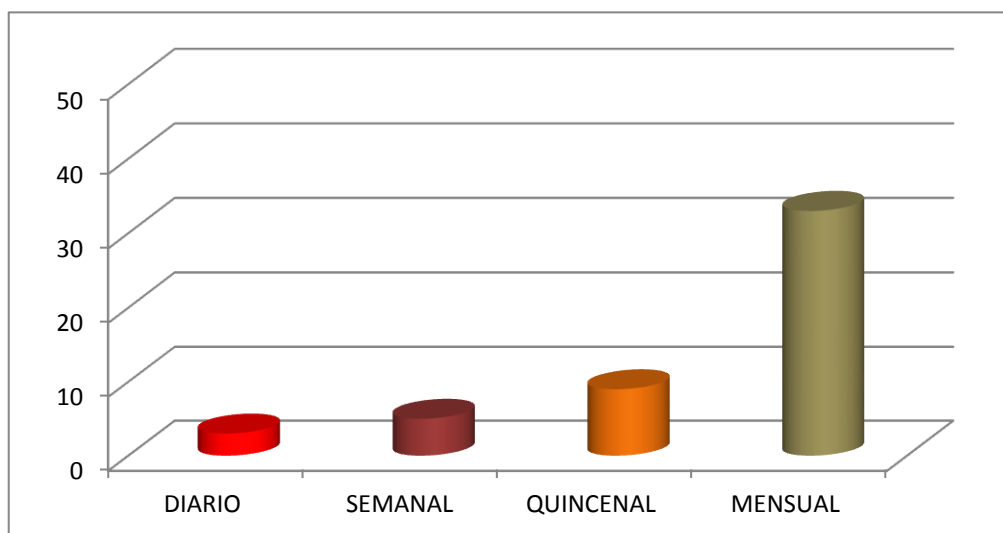
**Gráfica.2.4.1.1-1. Consumo de la Colada de Machica**

#### **2.4.1.2 PREGUNTA N° 2**

**¿CON QUE FRECUENCIA CONSUME USTED COLADA DE MACHICA?**

**Tabla.2.4.1.1-2.**  
**Resultados de la Pregunta 2**

	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>Diario</b>	3	6
<b>Semanal</b>	5	10
<b>Quincenal</b>	9	18
<b>Mensual</b>	33	66
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



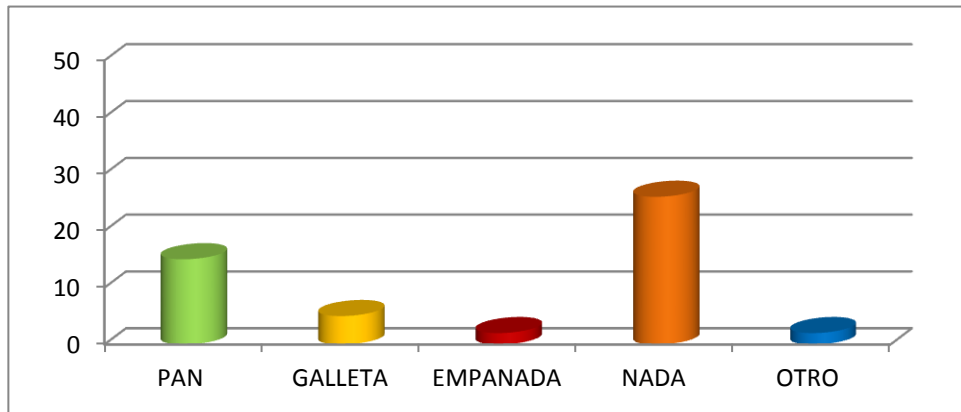
**Gráfica.2.4.1.1-2. Frecuencia de Consumo**

### **2.4.1.3 PREGUNTA N° 3**

**AL MOMENTO DE CONSUMIR LA COLADA DE MACHICA ¿CON QUE PREFIERE ACOMPAÑAR?**

**Tabla.2.4.1.1-3.  
Resultados de la Pregunta 3**

	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>Pan</b>	15	30
<b>Galleta</b>	5	10
<b>Empanada</b>	2	4
<b>Nada</b>	26	52
<b>Otros</b>	2	4
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



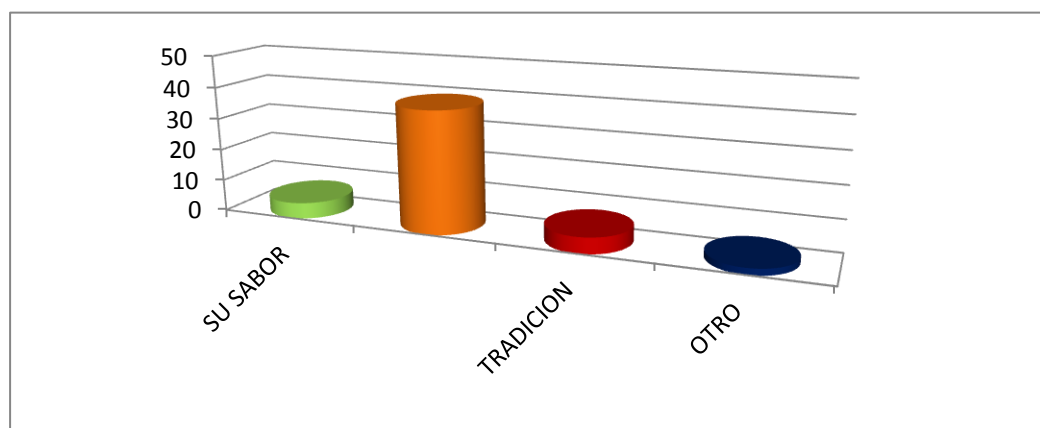
**Gráfica.2.4.1.1-3. Acompañamiento para la Colada de Machica**

#### 2.4.1.4 PREGUNTA N° 4

**¿UNA DE LAS RAZONES PARA CONSUMIR COLADA DE MÁCHICA ES?**

**Tabla.2.4.1.1-4.  
Resultados de la Pregunta 4**

	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
Su Sabor	5	10
Valor Nutricional	38	76
Por habito y tradición	5	10
Otras	2	4
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



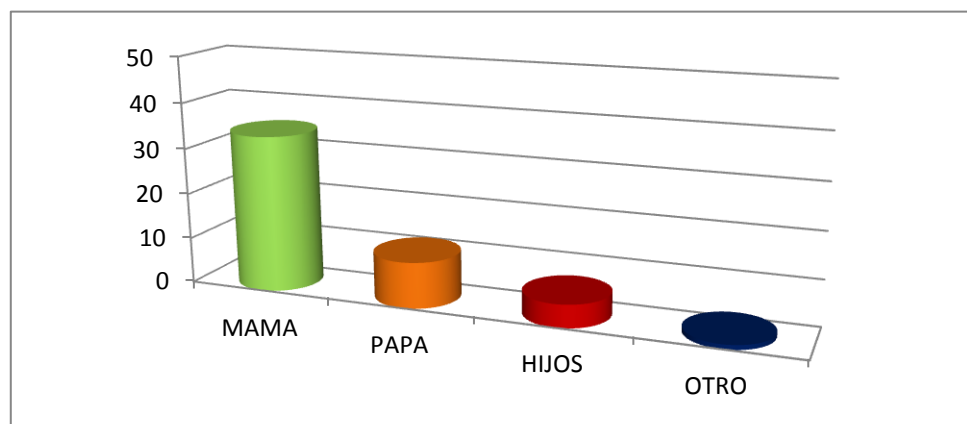
**Gráfica.2.4.1.1-4. Razones que Respaldan el Consumo**

#### 2.4.1.5 PREGUNTA N° 5

**¿QUÉ INTEGRANTE DE SU FAMILIA DEMUESTRA UN MAYOR GUSTO POR LA COLADA DE MÁCHICA?**

**Tabla.2.4.1.1-5.**  
**Resultados de la Pregunta 5**

	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>Mamá</b>	34	68
<b>Papá</b>	10	20
<b>Hijos</b>	5	10
<b>Otros</b>	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



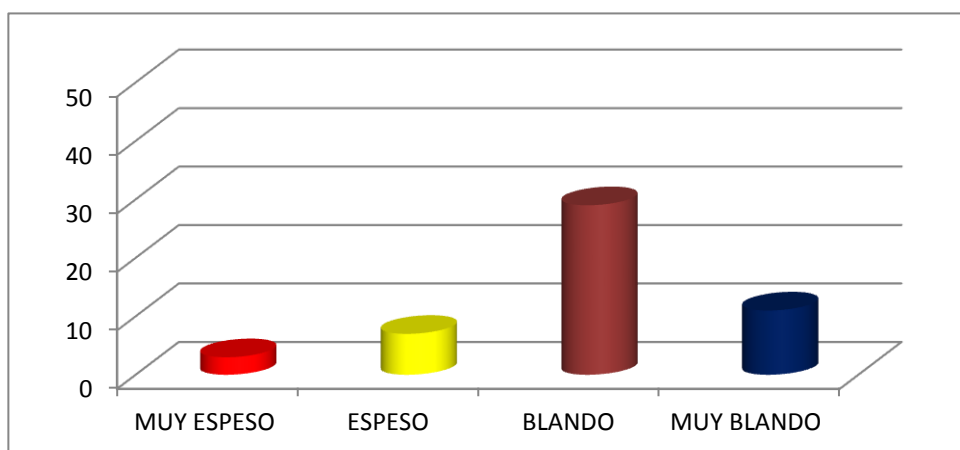
**Gráfica.2.4.1.1-5. Integrantes de una Familia**

#### 2.4.1.6 PREGUNTA 6

**¿QUÉ CONTEXTURA DE LA COLADA DE MÁCHICA LE ES MÁS AGRADABLE?**

**Tabla.2.4.1.1-6.**  
**Resultados de la Pregunta 6**

	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>Muy espeso</b>	3	6
<b>Espeso</b>	7	14
<b>Blando</b>	29	58
<b>Muy blando</b>	11	22
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



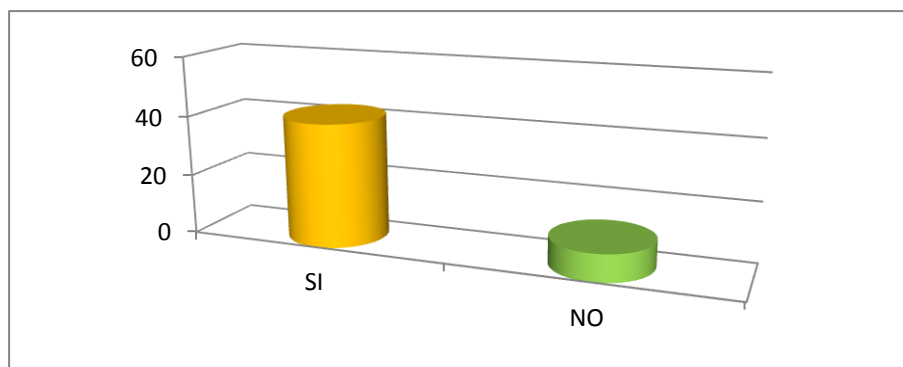
**Gráfica.2.4.1.1-6. Contextura de la Colada de Machica**

#### **2.4.1.7 PREGUNTA 7**

**¿ESTARÍA DISPUESTO A COMPRAR COLADA DE MÁCHICA CONTENIDA EN UN ENVASE PRÁCTICO E HIGIÉNICO DE 250 ml. SIN PERSEVANTES NI COLORANTES Y LISTA PARA SERVIR?**

**Tabla.2.4.1.1-7.  
Resultados de la Pregunta 7**

	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>SI</b>	41	82
<b>NO</b>	9	18
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



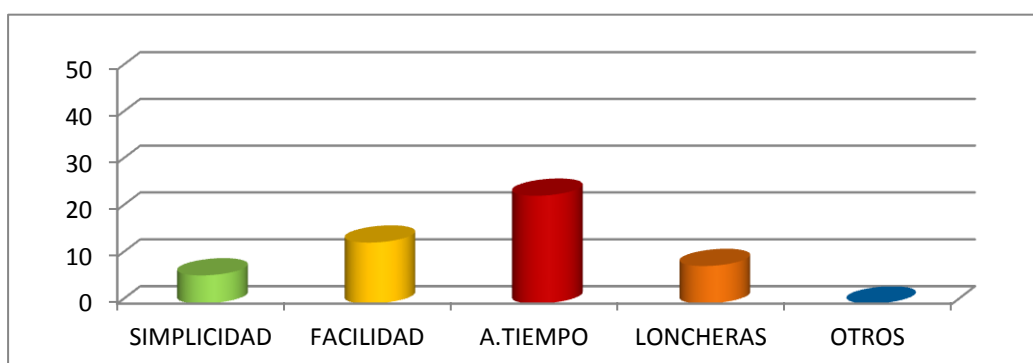
**Gráfica.2.4.1.1-7. Compra de la Colada de Machica**

#### **2.4.1.8 PREGUNTA 8**

**¿CUÁL O CUÁLES DE LOS SIGUIENTES ASPECTOS LE ATRAEN PARA COMPRAR COLADA DE MÁCHICA ENVASADA Y LISTA PARA SERVIR?**

**Tabla.2.4.1.1-8.  
Resultados de la Pregunta 8**

	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>Simplicidad</b>	6	12
<b>Facilidad de consumo</b>	13	26
<b>Ahorro de tiempo</b>	23	46
<b>Uso para loncheras</b>	8	16
<b>Otros</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



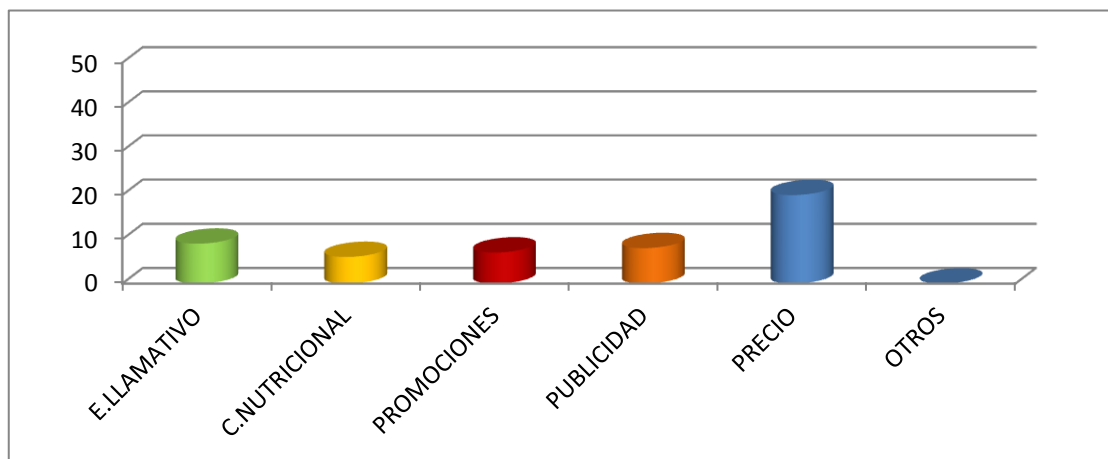
**Gráfica.2.4.1.1-8. Aspectos que Conllevan a la Compra**

#### 2.4.1.9 PREGUNTA 9

**¿INDIQUE CUAL O CUALES SON LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES QUE USTED CONSIDERA AL MOMENTO DE REALIZAR UNA COMPRA?**

**Tabla.2.4.1.1-9.**  
**Resultados de la Pregunta 9**

	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>Empaque llamativo</b>	9	18
<b>Contenido nutricional</b>	6	12
<b>Promociones</b>	7	14
<b>Publicidad</b>	8	16
<b>Precio</b>	20	40
<b>Otros</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



**Gráfica.2.4.1.1-9. Aspectos que inciden en la decisión de la Compra**

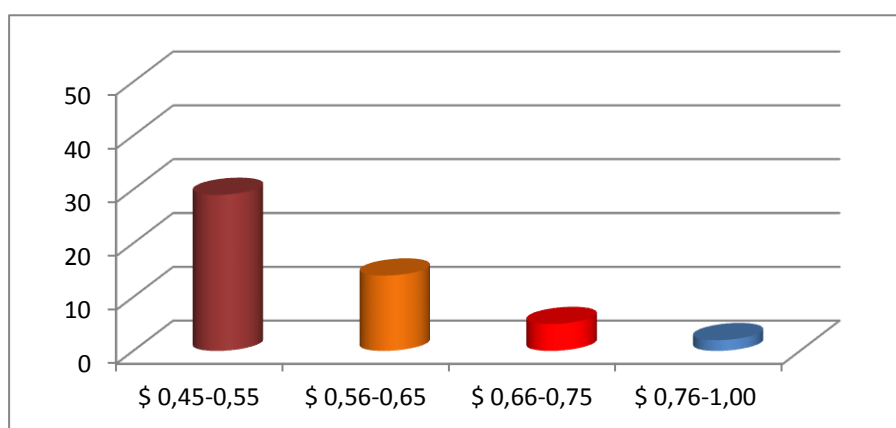
#### 2.4.1.10 PREGUNTA 10

**¿QUÉ PRECIO PAGARÍA POR UN ENVASE DE COLADA DE MÁCHICA DE LAS SIGUIENTES CANTIDADES?**

**Tabla.2.4.1.1-10.**

**Resultados de la Pregunta 10 Opción 1 (250 ml)**

200 ml	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>\$ 0,45 – 0,55</b>	29	58
<b>\$ 0,56 – 0,65</b>	14	28
<b>\$ 0,66 – 0,75</b>	5	10
<b>\$ 0,76 – 1,00</b>	2	4
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



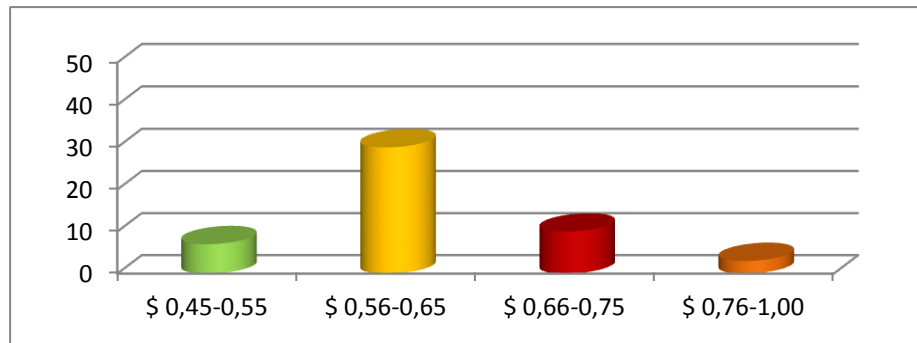
**Gráfica.2.4.1.1-10. Precios de la Opción 1 (250 ml)**

**Tabla.2.4.1.1-10.**

**Resultados de la Pregunta 10 Opción 2 (250 ml)**

250 ml	NUMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>\$ 0,45 – 0,55</b>	7	14
<b>\$ 0,56 – 0,65</b>	30	60
<b>\$ 0,66 – 0,75</b>	10	20
<b>\$ 0,76 – 1,00</b>	3	6
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>





**Gráfica.2.4.1.1-10. Precios de la Opción 2 (250 ml)**

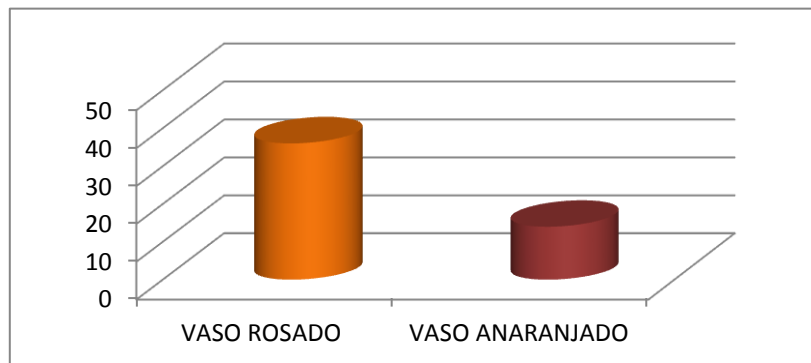
## **2.4.2 RESULTADO DE LA PRUEBA DE DEGUSTACION ANALISIS SENSORIAL**

### **2.4.2.1 PREGUNTA 1**

**¿CUAL DE LAS DOS COLADAS DE MACHICA LE PARECIÓ MAS AGRADABLE?**

**Tabla.2.4.2.1-1.  
Resultados de la Pregunta 1**

	Nº ESTUDIANTES	PORCENTAJE (%)
<b>El vaso con el stiker rosado</b>	36	72
<b>El vaso con el stiker anaranjado</b>	14	28
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>



**Gráfica.2.4.2.1-1. Aceptabilidad entre las dos Bebidas**

### 2.4.2.2 PREGUNTA 2

Del vaso de colada de machica que le gusto, elija uno o unos de los aspectos más importantes que le agrado de esta bebida.

**Tabla.2.4.2.2-1.**

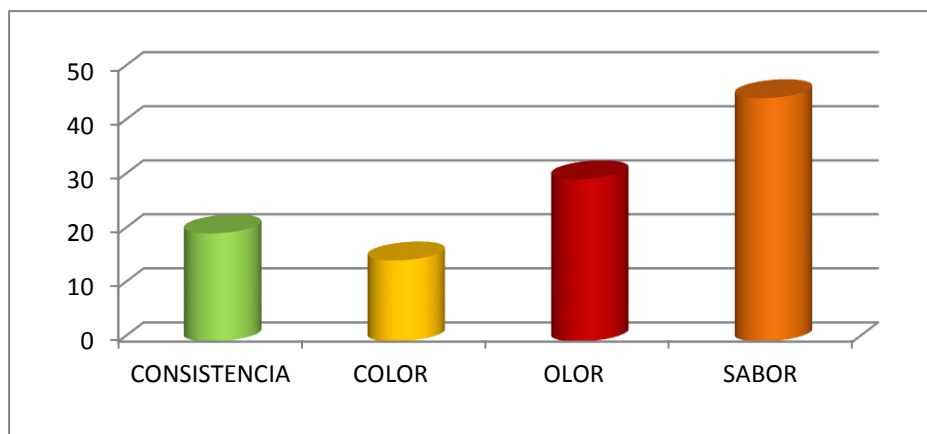
**Resultados de la Pregunta 2 Opción 1 (vaso Rosado)**

<b>VASO ROSADO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Consistencia o textura</b>	20	18,18
<b>Color</b>	15	13,64
<b>Olor</b>	30	27,27
<b>Sabor</b>	45	40,91
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>100</b>

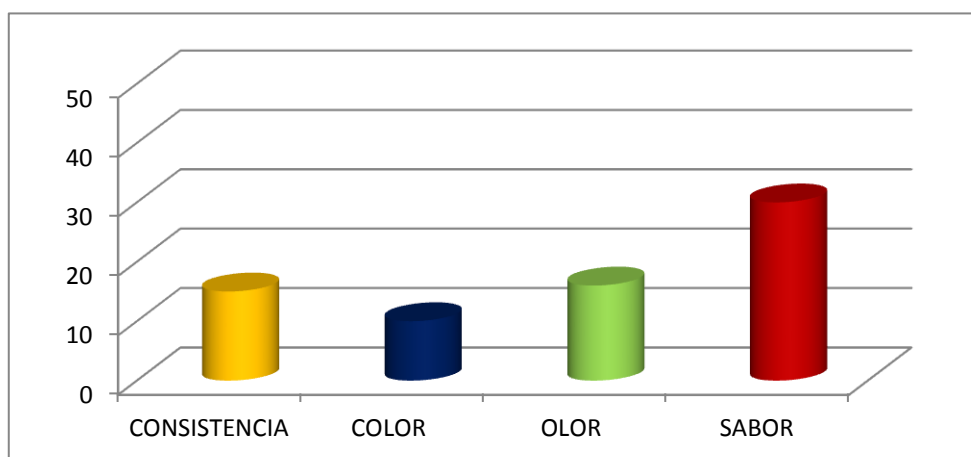
**Tabla.2.4.2.2-2.**

**Resultados de la Pregunta 2 Opción 2 (vaso Anaranjado)**

<b>VASO ANARANJADO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Consistencia o textura</b>	15	21,13
<b>Color</b>	10	14,08
<b>Olor</b>	16	22,54
<b>Sabor</b>	30	42,25
<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	<b>100</b>



**Gráfica.2.4.2.2-1. Resultados de las Características de la bebida del Vaso Rosado**



**Gráfica.2.4.2.2-2. Resultados de las Características de la bebida del Vaso Anaranjado**

# CAPÍTULO III

## CÁLCULOS Y

## RESULTADOS

## CAPITULO III

### 3 LINEA DE INVESTIGACION

El presente trabajo, se enmarca en la línea de investigación que se aprecia en la Tabla.3-1.

**Tabla.3-1.**  
**Línea de Investigación**

SECTOR	ÁREA	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Salud y nutrición	Seguridad alimentaria	Investigación y desarrollo tecnológico sobre conservación y transformación de alimentos.

**Fuente:** Comisión de Proyectos y transferencia Tecnológica. Vicerrectorado de Investigación y Desarrollo.

### 3.1 CALCULOS

#### 3.1.1 LECHE

##### 3.1.1.1 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA MÉTODO: LACTODENSÍMETRO

$$\rho_{20^{\circ}\text{C}} = \rho_{\text{EXP.}} + 0,0002(T_{\text{EXP.}} - T_{20^{\circ}\text{C}})$$

Dónde:

$\rho_{20^{\circ}\text{C}}$  = Densidad relativa a 20°C en g/ml.

$\rho_{\text{EXP.}}$  = Densidad relativa experimental en g/ml.

$T_{\text{EXP.}}$  = Temperatura experimental en °C.

$T_{20^{\circ}\text{C}}$  = Temperatura a 20°C.

$$\rho_{\text{exp.}} = 1,0295 \text{ g/ml}$$

$$\rho_{20^{\circ}\text{C}} = \rho_{\text{EXP.}} + 0,0002(T_{\text{EXP.}} - T_{20^{\circ}\text{C}})$$

$$\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 1,0295 \text{ g/ml} + 0,0002(19 - 20)^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_{20^{\circ}\text{C}} = \mathbf{1,0293 \text{ g/ml}}$$

### 3.1.1.2 DETERMINACION DE LA ACIDEZ. METODO VOLUMETRICO

$$\%A = \frac{V_A * N_A * \text{meqB}}{C} * 100\%$$

Dónde:

$V_A$  = Volumen de NaOH 0,098 N en ml.

$N_A$  = Normalidad de NaOH en N.

meqB = Mili equivalentes del ácido láctico.

C = Masa de la muestra en g.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = \rho * v$$

$$m = 1,0293 \frac{\text{g}}{\text{ml}} * 10 \text{ ml}$$

$$\mathbf{m = 10,29 \text{ g}}$$

$$\%A = \frac{V_A * N_A * \text{meqB}}{C} * 100\%$$

$$\%A = \frac{1,7 \text{ ml} * 0,098 \text{ N} * 90/1000}{10,29 \text{ g}} * 100\%$$

$$\%A = \mathbf{0,15 \%}$$

### 3.1.1.3 DETERMINACION DEL pH. METODO POTENCIOMETRICO

$$\text{pH} = 6,73 \quad T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

### 3.1.1.4 DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD.MÉTODO VISCOSÍMETRO BROOKFIELD

En la Tabla.3.1.1.4-1 se muestra la determinación de la viscosidad de la leche pasteurizada, utilizando un viscosímetro de BROOKFIELD con el husillo 1.

**Tabla.3.1.1.4-1.**

**Determinación de la Viscosidad de la Leche Utilizando el Husillo L1**

RPM	RESULTADO	FACTOR	VISCOSIDAD(cp)
50	1,20	2	2,40

### 3.1.1.5 DETERMINACIÓN DE GRASA.MÉTODO GERBER

$$\% \text{ Grasa} = 3,0 \%$$

## 3.1.2 MACHICA

### 3.1.2.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD.MÉTODO DE DESECACIÓN EN ESTUFA DE AIRE CALIENTE

$$\%H = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} * 100 \%$$

Dónde:

%H = Contenido de humedad en porcentaje de masa

m = Masa de la capsula vacía en g

m<sub>1</sub> = Masa de la capsula con la muestra en g

m<sub>2</sub> = Masa de la capsula con la muestra después del calentamiento en g

➤ **MUESTRA 1**

$$\%H = \frac{26,3926 \text{ g} - 26,2190 \text{ g}}{26,3926 \text{ g} - 23,3926 \text{ g}} * 100\%$$

$$\%H = 5,79\%$$

➤ **MUESTRA 2**

$$\%H = \frac{27,4315 \text{ g} - 27,2562 \text{ g}}{27,4315 \text{ g} - 24,4315 \text{ g}} * 100\%$$

$$\%H = 5,84 \%$$

➤ **MEDIA**

$$\%H_{\text{media}} = \frac{5,79\% + 5,84\%}{2}$$

$$\%H_{\text{media}} = 5,82 \%$$

### 3.1.2.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.MÉTODO DE INCINERACIÓN EN MUFLA

$$\%Ceniza = \frac{m_2 - m}{m_1 - m}$$

Dónde:

% Ceniza = Contenido de cenizas en porcentaje de masa

m = Masa de la capsula vacía en g

m<sub>1</sub> = Masa de la capsula con la muestra antes de la incineración en g

m<sub>2</sub> = masa de la capsula con las cenizas después de la incineración

➤ **MUESTRA 1**



$$\% \text{Ceniza} = \frac{23,4584 \text{ g} - 23,3926 \text{ g}}{26,2190 \text{ g} - 23,3926 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{Ceniza} = 2,33\%$$

➤ **MUESTRA 2**

$$\% \text{Ceniza} = \frac{24,4955 \text{ g} - 24,4315 \text{ g}}{27,1261 \text{ g} - 24,4315 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{Ceniza} = 2,38\%$$

➤ **MEDIA**

$$\% \text{Cenizas}_{\text{media}} = \frac{2,33\% + 2,38\%}{2}$$

$$\% \text{Cenizas}_{\text{media}} = 2,36 \%$$

### 3.1.2.3 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA. MÉTODO DE MACROKJELDHAL

$$\% \text{Proteína} = (1,40)(F) \frac{(V_1 * N_1) - (V_2 * N_2)}{m}$$

Dónde:

%Proteína = Contenido de proteína en porcentaje de masa

F = Factor para transformación él % N<sub>2</sub> en proteína y que es específico para cada alimento.

V<sub>1</sub> = Volumen de HCl N/10 empleado para titular la muestra en ml

N<sub>1</sub> = Normalidad del HCl

V<sub>2</sub> = Volumen del NaOH N/10 empleado para titular el blanco en ml

N<sub>2</sub> = Normalidad del NaOH

m = Peso de la muestra en g

➤ **MUESTRA 1**

$$\% \text{Proteína} = (1,40)(5,83) \frac{(50 \text{ ml} * 0,2030 \text{ N}) - (47,3 \text{ ml} * 0,1923 \text{ N})}{1,0401 \text{ g}}$$

$$\% \text{Proteína} = 8,27\%$$

➤ **MUESTRA 2**

$$\% \text{Proteína} = (1,40)(5,83) \frac{(50 \text{ ml} * 0,2030 \text{ N}) - (47 \text{ ml} * 0,1923 \text{ N})}{1,0950 \text{ g}}$$

$$\% \text{Proteína} = 8,29\%$$

➤ **MEDIA**

$$\% \text{Proteína}_{\text{media}} = \frac{8,27\% + 8,29\%}{2}$$

$$\% \text{Proteína}_{\text{media}} = 8,28 \%$$

### 3.1.2.4 DETERMINACIÓN DE LA GRASA.METODO DE SOXLET

$$m + m_1 = m_2$$

$$m_2 - m_3 = m_4$$

$$\% \text{Grasa} = m_4 * 100\%$$

Dónde:

% Grasa = Contenido de grasa en porcentaje de masa

m = Masa de la muestra en g

m<sub>1</sub> = Masa de la bolsa tarada en g

m<sub>2</sub> = Masa de la muestra con la bolsa tarada en g

m<sub>3</sub> = Masa de la muestra final en g

$m_4$  = Diferencia de masa de la muestra en g

➤ **MUESTRA 1**

$$2 \text{ g} + 0,8381 \text{ g} = 2,8381 \text{ g}$$

$$2,8381 \text{ g} - 2,8139 \text{ g} = 0,0242 \text{ g}$$

$$\% \text{ Grasa} = 0,0242 * 100\%$$

$$\% \text{ Grasa} = 2,42\%$$

➤ **MUESTRA 2**

$$2 \text{ g} + 0,7256 \text{ g} = 2,7256 \text{ g}$$

$$2,7256 \text{ g} - 2,7018 \text{ g} = 0,0238 \text{ g}$$

$$\% \text{ Grasa} = 0,0238 * 100\%$$

$$\% \text{ Grasa} = 2,38\%$$

➤ **MEDIA**

$$\% \text{Grasa}_{\text{media}} = \frac{2,42\% + 2,38\%}{2}$$

$$\% \text{Grasa}_{\text{media}} = 2,40 \%$$

### 3.1.2.5 DETERMINACIÓN DE LA FIBRA. MÉTODO DE WENDE

- **FIBRA SECA Y DESENGRASADA**

$$\% \text{ Fibra}_{\text{seca y desengrada}} = \frac{(P_1 - P)}{m} * 100 \%$$

Dónde:

%Fibra<sub>seca y deseng</sub> = Porcentaje en masa de fibra seca y desengrasada

P<sub>1</sub> = Peso del crisol de Gooch tarado en g

P = Peso del crisol de Gooch después del proceso en g

m = Peso de la muestra en g

- **FIBRA FRESCA**

$$\% \text{ FBF} = \frac{\text{FBS} * [100 - (\% \text{ H} + \% \text{ G})]}{100}$$

Dónde:

%FBF = Porcentaje en masa de fibra fresca

FBS = Porcentaje en masa de fibra seca y desengrasada

%H = Porcentaje en masa de humedad

%G = Porcentaje en masa de grasa

- **MUESTRA 1**

$$\% \text{ Fibra}_{\text{seca y desengrada}} = \frac{(20,7794 \text{ g} - 20,6687 \text{ g})}{1,9437 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Fibra}_{\text{seca y desengrada}} = 5,70 \%$$

$$\% \text{ FBF} = \frac{5,70 * [100 - (5,82 + 2,40)]}{100}$$

$$\% \text{ FBF} = 5,23\%$$

➤ **MUESTRA 2**

$$\% \text{Fibra}_{\text{seca y desengrada}} = \frac{(22,6545 \text{ g} - 22,5405 \text{ g})}{1,9763 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{Fibra}_{\text{seca y desengrada}} = 5,77 \%$$

$$\% \text{FBF} = \frac{5,77\% * [100\% - (5,82\% + 2,40\%)]}{100}$$

$$\% \text{FBF} = 5,30\%$$

➤ **MEDIA**

$$\% \text{FBF}_{\text{media}} = \frac{5,23 \% + 5,30 \%}{2}$$

$$\% \text{FBF}_{\text{media}} = 5,27\%$$

### 3.1.2.6 DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO

$$\text{ELnN} = 100 - \Sigma (\% \text{Humedad} + \% \text{Ceniza} + \% \text{Fibra} + \% \text{Proteína} + \% \text{Grasa})$$

%ELnN = Porcentaje de extracto libre no nitrogenado.

%H = Porcentaje en masa de la humedad

%C = Porcentaje en masa de cenizas

%F = Porcentaje en masa de fibra

%G = Porcentaje en masa de grasa

%P = Porcentaje en masa de proteínas

$$\text{ELnN} = 100 - (5,82\% + 2,36\% + 5,27\% + 8,28\% + 2,40\%)$$

$$\text{ELnN} = 100 - 24,13\%$$

$$\text{ELnN} = 75,87\%$$

### 3.1.3 BEBIDA LACTEA A BASE DE MACHICA Y LECHE

#### 3.1.3.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD.MÉTODO DE DESECACIÓN EN ESTUFA DE AIRE CALIENTE

$$\%H = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} * 100 \%$$

##### ➤ MUESTRA 1

$$\%H = \frac{52,5717 \text{ g} - 50,6707 \text{ g}}{52,5717 \text{ g} - 50,1587 \text{ g}} * 100\%$$

$$\%H = 78,78 \%$$

##### ➤ MUESTRA 2

$$\%H = \frac{54,3523 \text{ g} - 52,3847 \text{ g}}{54,3523 \text{ g} - 51,8523 \text{ g}} * 100\%$$

$$\%H = 78,70 \%$$

##### ➤ MEDIA

$$\%H_{\text{media}} = \frac{78,78\% + 78,70\%}{2}$$

$$\%H_{\text{media}} = 78,74 \%$$

### 3.1.3.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.MÉTODO DE INCINERACIÓN EN MUFLA

$$\% \text{Ceniza} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} * 100\%$$

#### ➤ MUESTRA 1

$$\% \text{Ceniza} = \frac{23,1427 \text{ g} - 23,1267 \text{ g}}{25,1470 \text{ g} - 23,1267 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{Ceniza} = 0,79\%$$

#### ➤ MUESTRA 2

$$\% \text{Ceniza} = \frac{24,2427 \text{ g} - 24,2237 \text{ g}}{26,5450 \text{ g} - 24,2237 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{Ceniza} = 0,82\%$$

#### ➤ MEDIA

$$\% \text{Cenizas}_{\text{media}} = \frac{0,79\% + 0,82\%}{2}$$

$$\% \text{Cenizas}_{\text{media}} = 0,81 \%$$

### 3.1.3.3 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA.MÉTODO DE MACROKJELDHAL

$$\% \text{Proteína} = (1,40)(F) \frac{(V_1 * N_1) - (V_2 * N_2)}{m}$$

#### ➤ MUESTRA

$$\% \text{Proteína} = (1,40)(6,38) \frac{(50 \text{ ml} * 0,1949 \text{ N}) - (40,5 \text{ ml} * 0,1923 \text{ N})}{5 \text{ g}}$$

$$\% \text{Proteína} = 3,50\%$$

#### 3.1.3.4 DETERMINACIÓN DE LA GRASA.MÉTODO DE GERBER

$$\% \text{Grasa} = 2,90 \%$$

#### 3.1.3.5 DETERMINACIÓN DE LA FIBRA. MÉTODO DE WENDE

- FIBRA SECA Y DESENGRASADA

$$\% \text{Fibra}_{\text{seca y desengrasada}} = \frac{(P_1 - P)}{m} * 100 \%$$

- FIBRA FRESCA

$$\% \text{FBF} = \frac{\text{FBS} * [100 - (\% \text{H} + \% \text{G})]}{100}$$

➤ MUESTRA

$$\% \text{Fibra}_{\text{seca y desengrasada}} = \frac{(42,5879 \text{ g} - 42,5369 \text{ g})}{2,0045 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{Fibra}_{\text{seca y desengrasada}} = 2,54 \%$$

$$\% \text{FBF} = \frac{2,54\% * [100 - (78,74\% + 2,90\%)]}{100}$$

$$\% \text{FBF} = 0,47\%$$



### 3.1.3.6 DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO

$$ELnN = 100 - \Sigma (\% \text{Humedad} + \% \text{Ceniza} + \% \text{Fibra} + \% \text{Proteína} + \% \text{Grasa})$$

#### ➤ MUESTRA

$$ELnN = 100 - (78,74\% + 0,81\% + 0,47\% + 3,50\% + 2,90\%)$$

$$ELnN = 100 - 86,42\%$$

$$ELnN = CD = 13,58\%$$

### 3.1.3.7 DETERMINACIÓN DE LOS CARBOHIDRATOS TOTALES

$$\% CT = 100 - \Sigma (\%H + \%C + \%P + \%G)$$

Donde:

%CT = Porcentaje de carbohidratos totales.

%H = Porcentaje en masa de la humedad

%C = Porcentaje en masa de cenizas

%G = Porcentaje en masa de grasa

%P = Porcentaje en masa de proteínas

$$\% CT = 100 - (78,74\% + 0,81\% + 3,50\% + 2,90\%)$$

$$\% CT = 100 - 85,95$$

$$\% CT = 14,05 \%$$

$$CT = CD + CnD$$

Donde:

CT = Porcentaje de Carbohidratos Totales

CD = Porcentaje de Carbohidratos Digeribles

CnD = Porcentaje de Carbohidratos no Digeribles (Fibra)

$$CT = CD + CnD$$

$$CnD = CT - CD$$

$$CnD = 14,05 \% - 13,58\%$$

$$CnD = 0,47\%$$

$$CD = CT - CnD$$

$$CD = 14,05 \% - 0,47\%$$

$$CD = 13,58\%$$

### 3.1.3.8 ENERGIA

Energía(KJ)=(%Proteína\*4,0Kcal/g)+(%Grasa\*9Kcal/g)+(%Carbohidratos Digeribles\*4Kcal/g)

$$\text{Energía(KJ)} = (3,50 * 17\text{KJ/g}) + (2,90 * 37\text{KJ/g}) + (13,58 * 17\text{KJ/g})$$

$$\text{Energía}=397,66 \text{ KJ/100g}$$

$$\text{Energía}=398 \text{ KJ/100g}$$

### 3.1.3.9 DETERMINACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL DE LA COLADA DE MACHICA

Los indicadores que se utilizaron para determinar la vida útil fueron; pH y características organolépticas a través de pruebas aceleradas (30°C, 70% HR)

y condiciones normales (20°C, 50% HR) fijadas para la zona 4, en la que esta Ecuador. La vida útil del producto se determinó mediante la ecuación de Arrhenius que expresa la dependencia de la constante de velocidad de la temperatura.

Se planteó la ecuación de velocidad de descomposición de la siguiente manera.

$$\frac{dc}{dt} = -K[H_2O]C$$

Donde:

$dc/dt$  = Velocidad de descomposición

$k$  = Constante cinética (Ec. De Arrhenius)

$H_2O$  = Cantidad de agua en el alimento

$C$  = Cantidad de alimento en el tiempo

$$\frac{dc}{c} = -K[H_2O]dt$$

$$\int_{C_0}^C \frac{dc}{c} = -K[H_2O] \int_0^t dt$$

$$\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -K[H_2O]t$$

$$\frac{C}{C_0} = e^{-K[H_2O]t}$$

$$C = C_0 e^{-K[H_2O]t}$$

➤ **Condiciones Normales:**

$$T_1 = 20\text{ °C} = 293,15\text{ °K}$$

$$Hr = 50\%$$

$$C_1 = C_0 e^{-k_1 [H_2O]_1 t_1}$$

➤ **Condiciones Extremas:**

$$T_2 = 8\text{ }^{\circ}\text{C} = 303,15\text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$Hr = 70\%$$

$$C_2 = C_0 e^{-k_2 [H_2O]_2 t_2}$$

Ya que la cantidad de alimento es la misma en ambas condiciones tenemos:

$$C_1 = C_2$$

$$C_0 e^{-k_1 [H_2O]_1 t_1} = C_0 e^{-k_2 [H_2O]_2 t_2}$$

$$k_1 [H_2O]_1 t_1 = k_2 [H_2O]_2 t_2$$

$$t_2 = \frac{k_1 [H_2O]_1 t_1}{k_2 [H_2O]_2} \quad (a)$$

➤ **ECUACIÓN DE ARRHENIUS**

Ecuación matemática que expresa la dependencia de la constante de velocidad de la temperatura

$$k = A e^{-E^*/RT}$$

Donde:

A = Constante llamada factor de frecuencia de choques asociado a numero de choques/segundo

E\* = Energía de activación (Tipo de reacción: reacciones enzimáticas 10- 30 Kcal/mol)

$R = 8,314 \text{ J/mol } ^\circ\text{K}$  constante universal de los gases

$T$  = Temperatura Absoluta

$$k_1 = Ae^{-E^*/RT_1}$$

$$k_2 = Ae^{-E^*/RT_2}$$

Reemplazando  $k_1$  y  $k_2$  en la ecuación (a)

$$t_2 = \frac{k_1[H_2O]_1 t_1}{k_2[H_2O]_2}$$

$$t_2 = \frac{Ae^{-E^*/RT_1}[H_2O]_1 t_1}{Ae^{-E^*/RT_2}[H_2O]_2}$$

$$t_2 = \frac{e^{-\frac{E^*}{RT_1} + \frac{E^*}{RT_2}}[H_2O]_1 t_1}{[H_2O]_2}$$

$$t_2 = \frac{e^{-\frac{E^*}{R}(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})}[H_2O]_1 t_1}{[H_2O]_2}$$

Suponiendo que el contenido de agua en el alimento depende directamente de la humedad relativa del ambiente.

$$[H_2O] = B(HR)$$

$$t_2 = \frac{e^{-\frac{E^*}{R}(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})}B(HR)_1 t_1}{B(HR)_2}$$

$$E^* = 15 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}} * \frac{1\,000\text{ cal}}{1\text{ Kcal}} * \frac{4,184\text{ J}}{1\text{ cal}} = 62\,760 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

$$t_1 = \frac{\text{tiempo en condiciones de refrigeracion}}{\text{tiempo en condicines extremas}}$$

$$t_1 = \frac{11\text{ dias}}{1\text{ dia}}$$

$$t_1 = 11\text{ dias}$$

$$t_2 = \frac{e^{-\frac{62\,760\text{ J/mol}}{8,314\text{ J/mol}^\circ\text{K}} \left( \frac{1}{303,15^\circ\text{K}} - \frac{1}{293,15^\circ\text{K}} \right)} * 50\% * 11\text{ dias}}{70\%}$$

$$t_2 = 18,38\text{ dias}$$

$$\mathbf{t_2 = 18\text{ dias}}$$

### 3.1.3.10 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA.MÉTODO: PICNÓMETRIA

$$\rho_{20^\circ\text{C}} = \frac{m_3 - m_2}{m_1}$$

#### ➤ MUESTRA

$$\rho_{20^\circ\text{C}} = \frac{30,5159\text{ g} - 19,8644\text{ g}}{9,9692\text{ g}}$$

$$\rho_{20^\circ\text{C}} = \mathbf{1,0684\text{g/ml}}$$

$$\rho_{20^\circ\text{C}} = \mathbf{1,0684\text{Kg/L}}$$

### 3.1.3.11 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ.MÉTODO: VOLUMETRÍA

$$\%A = \frac{V_A * N_A * \text{meqB}}{C} * 100\%$$

#### ➤ MUESTRA

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = \rho * v$$

$$m = 1,0684 \frac{\text{g}}{\text{ml}} * 10\text{ml}$$

$$m = 10,68\text{g}$$

$$\%A = \frac{V_A * N_A * \text{meqB}}{C} * 100\%$$

$$\%A = \frac{1,8 \text{ ml} * 0,098 \text{ N} * 90/1000}{10,68 \text{ g}} * 100\%$$

$$\%A = 0,15 \%$$

### 3.1.3.12 DETERMINACIÓN DEL pH.MÉTODO pHCHIMETRO

$$\text{pH} = 6,63 \quad T = 20^\circ\text{C}$$

### 3.1.3.13 DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD DINAMICA.MÉTODO: VISCOSÍMETRO DE BROOKFIELD

En las Tablas.3.1.3.13-1 y 3.1.3.13-2 se muestran la determinación de la viscosidad de la bebida nutritiva a base de machica y leche, utilizando un viscosímetro de BROOKFIELD con los husillos L1 y L2.

**Tabla.3.1.3.13-1.**

**Determinación de la Viscosidad de la Bebida Utilizando el Husillo L1**

RPM	RESULTADO	FACTOR	VISCOSIDAD(cp)
50	23,3	2	46,6
20	9,8	5	45,5
10	5,30	10	44,5

**Tabla.3.1.3.13-2.**

**Determinación de la Viscosidad de la Bebida Utilizando el Husillo L2**

RPM	RESULTADO	FACTOR	VISCOSIDAD(cp)
50	5,6	8	44,8

Para determinar la viscosidad final, sacamos la media de todas las mediciones y tenemos.

$$\text{Viscosidad}_{\text{media}} = \frac{46,6 + 45,5 + 44,5 + 44,8}{4}$$

$$\text{Viscosidad}_{\text{media}} = 45,35 \text{ cP}$$

$$\mu = 45,35 \text{ cP}$$

$$\mu = 4,535 \text{ Kg/m.s}$$

$$\mu = 4,535 \text{ Pa.s}$$



### **3.1.3.14 DETERMINACIÓN DE LOS GRADOS BRIX.MÉTODO: REFRACTÓMETRO.**

$$\text{Brix} = 17,5^{\circ} \text{ Brix}$$

### **3.1.3.15 DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO.MÉTODO: ANALÍTICO (SINGH & HELDMAN)**

$$C_p(\text{KJ/Kg}^{\circ}\text{K}) = 1,424 * m_c + 1,549 * m_p + 1,675 * m_f + 0,837 * m_a + 4,187m$$

$m_c$  = Fracción en peso de los carbohidratos

$m_p$  = Fracción en peso de las proteínas

$m_f$  = Fracción en peso de la grasa

$m_a$  = Fracción en peso de las cenizas

$m$  = Fracción en peso de la humedad

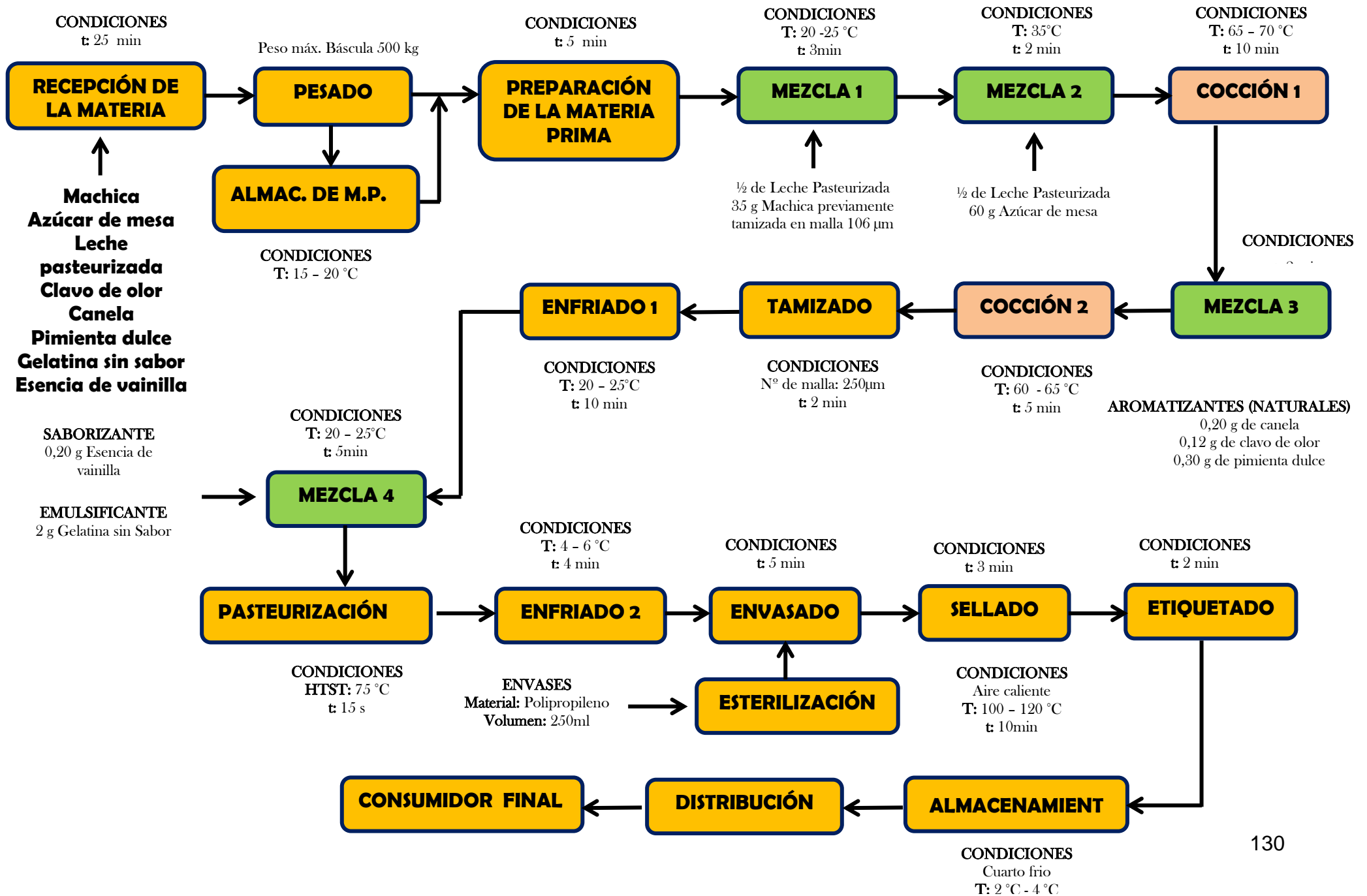
$$C_p(\text{KJ/Kg}^{\circ}\text{K}) = 1,424 * 0,141 + 1,549 * 0,035 + 1,675 * 0,029 + 0,837 * 0,008 + 4,187 * 0,787$$

$$C_p(\text{KJ/Kg}^{\circ}\text{K}) = 3,61 \text{ KJ/Kg}^{\circ}\text{K}$$

## **3.1.4 DISEÑO DEL PROCESO PARA ELABORAR LA COLADA DE MACHICA**

### **3.1.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO**

A continuación se detalla en el diagrama de flujo cada una de sus etapas como también de las variables que se utilizó para elaborar la bebida nutritiva a base de machica y leche. Hay que considerar que el diagrama que se muestra en la parte de abajo se realizó para obtener 1 Litro de la bebida.



### **3.1.4.2 DESCRIPCIÓN DE LA BEBIDA DE MAYOR ACEPTABILIDAD**

Para elaborar la bebida nutritiva a base de machica y leche se siguió los siguientes pasos.

- **PREPARACION**

Se preparan las materias primas, mediante el control del peso que debe tener cada uno de estos ingredientes (Tabla.2.2.1.1-3 formulación final B), que van a ser utilizados en la elaboración de la bebida nutritiva a base de machica y leche

- **MEZCLA 1**

Luego que se ha realizado el pesado de cada una de las materias primas, se comienza con la elaboración de la bebida, primero realizamos la disolución de los 35 g de machica en medio litro de leche pasteurizada, en una marmita con agitación constante de 100 rpm durante 3 minutos y a una temperatura entre 20 – 25°.

- **MEZCLA 2**

A la mezcla 1 añadimos el restante medio litro de leche, elevando la temperatura de la marmita hasta 35°C, para añadir 60 g de azúcar blanca de mesa agitando a 100 rpm; toda esta etapa tiene una duración de 2 minutos aproximadamente.

- **COCCION 1**

La mezcla 2 se somete a cocción por 10 minutos manteniendo la misma agitación con una temperatura que oscile entre 65 – 70 °C.

- **MEZCLA 3**

Después que ha transcurrido el tiempo de cocción, añadimos las especias naturales que cumplen la función de aromatizar a la bebida, y se las agrega en las siguientes cantidades: 0,20 g de canela, 0,12 g de clavo de olor y 0,30 g de pimienta dulce, por cada litro de bebida.

- **COCCION 2**

Luego que hemos agregado las especias a la bebida, se concentra a una temperatura que oscila entre los 60 – 65 °C durante 5 minutos.

- **TAMIZADO**

Este proceso realizamos para separar las especias y dar un aspecto uniforme al producto final, utilizando un tamiz de 250 µm, esta etapa tiene una duración de 2 minutos aproximadamente.

- **ENFRIAMIENTO 1**

Realizamos el enfriamiento a temperatura ambiente.

- **MEZCLA 4**

Cuando la bebida se encuentre fría, agregamos el emulsificante, en este caso añadimos 2 g de gelatina sin sabor por litro, seguido del saborizante en una cantidad de 0,20 g de esencia de vainilla, para luego agitar por unos 5 minutos. Colocamos el emulsificante a temperatura ambiente ya que a temperaturas altas se forma grumos.

- **PASTEURIZACION**

Para garantizar la inocuidad y calidad de la bebida se realiza una pasteurización y el tipo de pasteurización que se aplico es HTST (75°C por 15 segundos).

- **ENFRIAMIENTO 2**

Se realiza el enfriamiento previo al envasado del producto.

- **ENVASADO**

El tipo de material del envase que se utilizara para la bebida será polietileno de alta densidad, ya que este material es muy resistente y adecuado para bebidas. Para garantizar la inocuidad del producto final, es necesario esterilizar los envases. La presentación del producto en envases con 250 ml de la bebida, este volumen se determino mediante la encuesta ejecutada.

- **SELLADO Y ETIQUETADO**

Se procede al sellado para garantizar la estabilidad e integridad del producto, y evitar la contaminación con microorganismos, posteriormente se realiza el etiquetado que es muy importante ya que nos proporciona la información acerca de la bebida y su valor nutricional (ANEXO IX)

- **ALMACENAMIENTO**

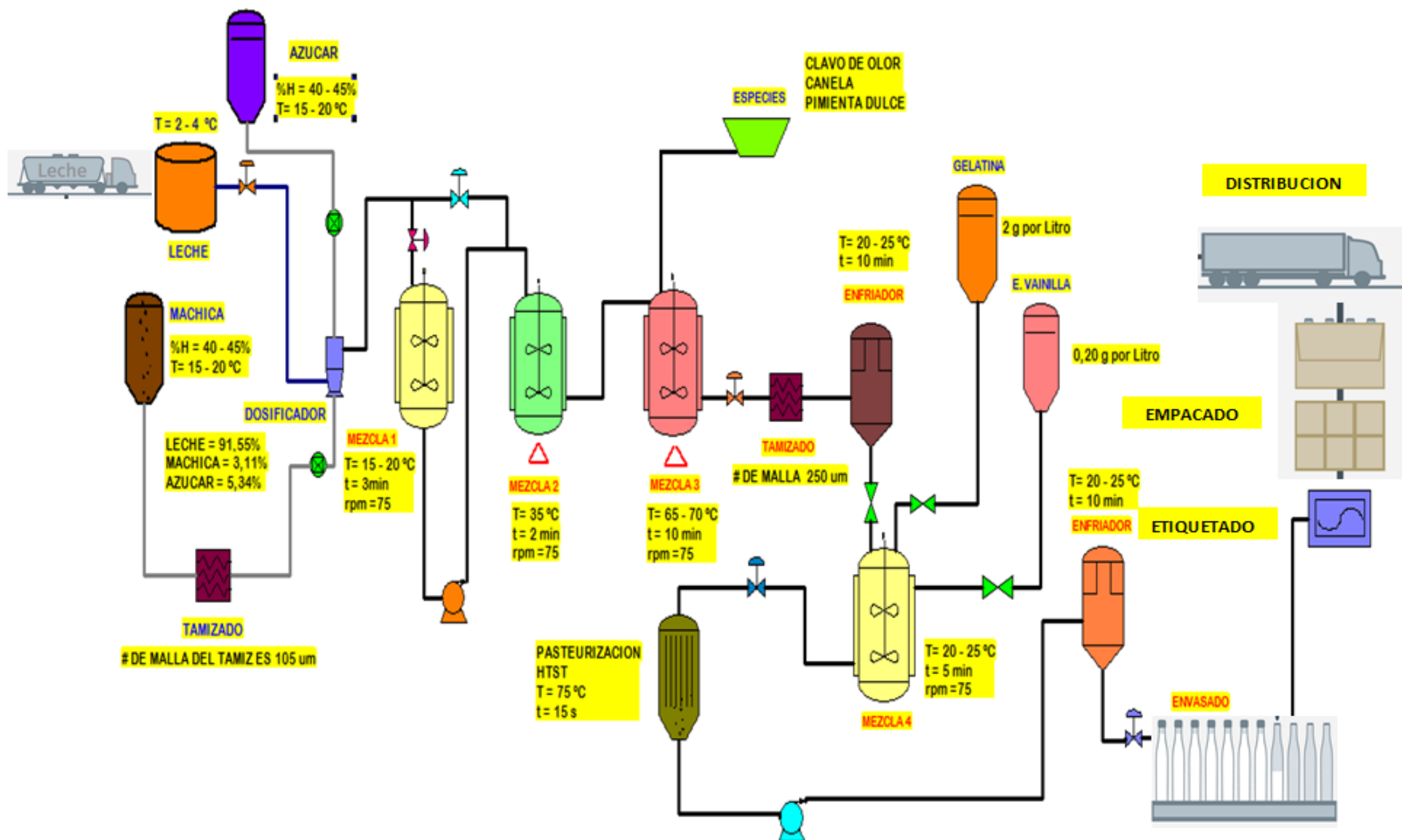
Luego que se a ejecutado todos los proceso para obtener la bebida es necesario almacenar el producto antes de su distribución y para seguir garantizando la calidad del producto es necesario tener un buen almacenamiento a una temperatura adecuada y la temperatura optima es de 2 – 4 °C.

- **DISTRIBUCION**

Finalmente se realizara la distribución del producto siguiendo con normas de seguridad de la calidad del producto, para de esta manera garantizar la calidad e inocuidad de la bebida nutritiva a base de machica y leche.

### **3.1.4.3 DIAGRAMA INGENIERIL**

Este diagrama muestra cada una de las operaciones unitarias así como sus variables a controlar que se utilizó para elaborar la bebida.



### **3.1.4.4 DISEÑO DE LA PLANTA**

#### **➤ LA EMPRESA**

##### **• DESCRIPCION**

La molinera San Luis se encuentra ubicado en la Provincia de Chimborazo cantón Riobamba, en las calles Guayaquil 21-43 y Morona esquina, esta microempresa hoy en día produce diversos tipos de harinas y entre ella la machica cuya producción semanal es de 30 quintales y los realizan los días lunes, miércoles y viernes, en cada día de estos producen 10 quintales cuyo destino principal es la venta para tiendas de abastos de la ciudad.

##### **• PRODUCCIÓN**

Esta microempra pretende crear una línea de bebidas nutritivas, en especial una bebida a base de leche y machica ya que estudios realizados dicen que es un alimento que brinda un sin número de beneficios nutricionales en especial a niños y madres embarazadas ya que ellos en esta etapa necesitan gran cantidad de energía para realizar sus actividades. Para elaborar la bebida nutritiva a base de machica y leche, la molinera “San Luis” entregara la machica de forma directa y las otras materias primas como la leche ,azúcar, canela, pimienta dulce, clavo de olor ,esencia de vainilla y gelatina sin sabor serán entregados por proveedores tanto locales como nacionales.

En un inicio esta microempresa pretende producir diariamente 2000 envases de bebidas con un volumen de 250 ml cada una. El tipo de proceso que se empleara en la producción de la bebida es Bath producción de 250 L de la bebida por tanda).La microempresa trabajara 8 horas diarias de lunes a viernes. Esta bebida será destinada a las Escuelas fiscales así como también a tiendas de la ciudad y se incrementara la producción de la bebida dependiendo de la demanda que tenga el producto.



- **TECNOLOGÍA**

Es importante determinar la tecnología disponible para elaborar el producto. Además hay que asegurar que se usara un nivel tecnología apropiada al tipo de proyecto y a la región donde se piensa desarrollar.

El tipo de material que estará construido cada uno de los equipos que se utilizaran para elaborar la bebida nutritiva es acero inoxidable 304 ya que este tipo de material es el más usado en la industria alimenticia y además es un excelente producto que garantiza inocuo y de calidad.

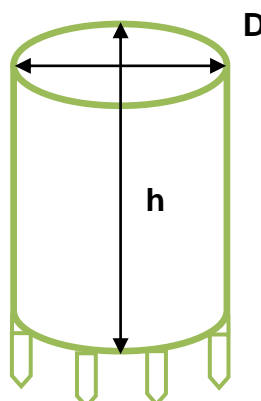
### 3.1.4.4.1 DISEÑO PARA EL ALMACENAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS

- ❖ **MACHICA**

El diseño del silo de almacenamiento es el siguiente.

35 g machica	0,25 L colada	2000 envases	5 días	1 kg machica	= 87,5 Kg/semana
1 L colada	1 envase	día	1sem	1000 g machica	

- **SILO PARA LA MACHICA**



- **DATOS**

$$\rho_{\text{cebada tostada}} = 0,384 \text{ Kg/L}$$

$$m_{\text{machica}} = 87,5 \text{ Kg/semana}$$

$$D = 0,60 \text{ m} = 60 \text{ cm}$$

➤ **DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN, ALTURA Y AREA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA LA MACHICA**

• **VOLUMEN REAL**

$$\rho = \frac{m}{V_r}$$

Donde:

M = Masa (Kg)

$V_r$  = Volumen real (L)

$\rho$  = Densidad (Kg/L)

$$V_r = \frac{m}{\rho}$$

$$V_r = \frac{87,5 \text{ Kg}}{0,384 \text{ Kg/L}}$$

$$V_r = 227,86 \text{ L}$$

• **VOLUMEN CORREGIDO O DE SEGURIDAD**

$$V = f_s * V_r$$

**Donde:**

V = Volumen corregido o de seguridad (L)

$f_s$  = Factor de seguridad

$V_r$  = Volumen real (L)

$$V = 0,15 * 227,86 \text{ L}$$

$$V = 34,18L$$

- **VOLUMEN TOTAL**

$$V_t = V + V_r$$

Donde:

$V_t$  = Volumen total (L)

$V$  = Volumen corregido (L)

$V_r$  = Volumen real (L)

$$V_t = 34,18 L + 227,86 L$$

$$V_t = 262,04L$$

$$V_t = 262\,040\text{cm}^3$$

- **DETERMINACIÓN DEL ÁREA**

Para determinar este parámetro utilizamos la fórmula del área de un cilindro, teniendo:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

$A$  = Área del tanque ( $\text{m}^2$ )

$D$  = Diámetro del tanque (m)

$$A = \frac{\pi * (0,60\text{ m})^2}{4}$$

$$A = 0,28\text{m}^2$$

- **DETERMINACIÓN DE LA ALTURA**

Utilizamos la fórmula del volumen de un cilindro, teniendo:

$$V_t = \pi * r^2 * h$$

Donde:

$V_t$  = Volumen del tanque ( $m^3$ )

$r$  = radio del cilindro (m)

$h$  = Altura del tanque ( $m^2$ )

$$h = \frac{V_t}{\pi * r^2}$$

$$h = \frac{262\,040\,cm^3}{\pi * (30\,cm)^2}$$

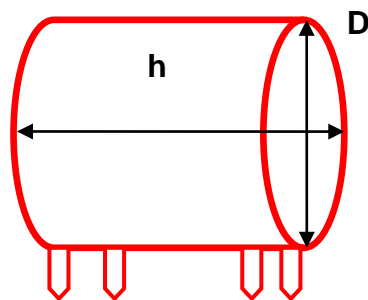
$$h = 92,68\,cm \approx 93\,cm$$

- ❖ **LECHE**

**El diseño del tanque de almacenamiento es el siguiente**

1 L Leche	0,25 L colada	2000 envases	5 días	<b>= 2 500 L/ semana</b>
1 L colada	1 envase	1 Día	1 semana	

- **TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LA LECHE**



- **DATOS**

$$\rho_{\text{leche}} = 1\,029,3 \text{ Kg/m}^3$$

$$D = 1,40 \text{ m} = 140 \text{ cm}$$

➤ **DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN, ALTURA Y AREA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA LA LECHE PASTEURIZADA**

- **VOLUMEN REAL**

$$V_r = 2\,500 \text{ L}$$

- **VOLUMEN CORREGIDO O DE SEGURIDAD**

$$V = f_s * V_r$$

Donde:

V = Volumen corregido o de seguridad

$f_s$  = Factor de seguridad

$V_r$  = Volumen real

$$V = 0,15 * 2\,500 \text{ L}$$

$$V = 375 \text{ L}$$

- **VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

$$V_t = V + V_r$$

$$V_t = 375 \text{ L} + 2\,500 \text{ L}$$

$$V_t = 2875 \text{ L}$$

$$V_t = 2875000 \text{ cm}^3$$

- **DETERMINACIÓN DEL ÁREA**

Para determinar este parámetro utilizamos la fórmula del área de un cilindro, teniendo:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

A = Área del tanque ( $\text{m}^2$ )

D = Diámetro del tanque (m)

$$A = \frac{\pi * (0,70 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 0,38 \text{ m}^2$$

- **DETERMINACIÓN DE LA ALTURA**

Utilizamos la fórmula del volumen de un cilindro, teniendo:

$$V_t = \pi * r^2 * h$$

Donde:

Vt = Volumen del tanque ( $\text{m}^3$ )

r = radio del cilindro (m)

h = Altura del tanque ( $\text{m}^2$ )

$$h = \frac{V_t}{\pi * r^2}$$

$$h = \frac{2\,875\,000\text{ cm}^3}{\pi * (70\text{ cm})^2}$$

$$h = 186,76\text{ cm} \approx 187\text{ cm}$$

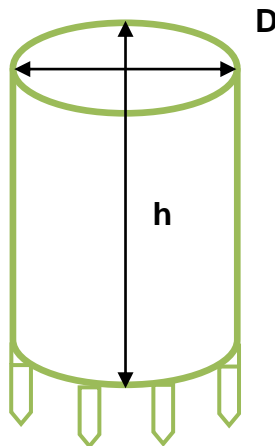
### ❖ AZÚCAR

El diseño del silo de almacenamiento es el siguiente.

60 g azúcar	0,25 L cold	2000 envases	5 días	1 kg azúcar
1 L colada	1 envase	día	1 semana	1000 g azúcar

= 150 Kg/semana

### • SILO PARA LA AZÚCAR



### • DATOS

$$\rho_{\text{azucar}} = 1,587\text{ Kg/L}$$

$$m_{\text{azucar}} = 150\text{ Kg/semana}$$

$$D = 0,60\text{ m} = 60\text{ cm}$$

➤ **DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN, ALTURA Y AREA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA LA AZUCAR**

• **VOLUMEN REAL**

$$\rho = \frac{m}{V_r}$$

$$V_r = \frac{m}{\rho}$$

$$V_r = \frac{150 \text{ Kg}}{1,587 \text{ Kg/L}}$$

$$V_r = 94,52 \text{ L}$$

• **VOLUMEN CORREGIDO O DE SEGURIDAD**

$$V = f_s * V_r$$

Donde:

V = Volumen corregido o de seguridad

$f_s$  = Factor de seguridad

$V_r$  = Volumen real

$$V = 0,15 * 94,52 \text{ L}$$

$$V = 14,18 \text{ L}$$

• **VOLUMEN TOTAL**

$$V_t = V + V_r$$

$$V_t = 14,18 \text{ L} + 94,52 \text{ L}$$



$$V_t = 108,70L$$

$$V_t = 108\,700\text{ cm}^3$$

- **DETERMINACIÓN DEL ÁREA**

Para determinar este parámetro utilizamos la fórmula del área de un cilindro, teniendo:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

A = Área del tanque (m<sup>2</sup>)

D = Diámetro del tanque (m)

$$A = \frac{\pi * (0,60\text{ m})^2}{4}$$

$$A = 0,28\text{m}^2$$

- **DETERMINACIÓN DE LA ALTURA**

Utilizamos la fórmula del volumen de un cilindro, teniendo:

$$V_t = \pi * r^2 * h$$

Donde:

V<sub>t</sub>=Volumen del tanque (m<sup>3</sup>)

r= radio del cilindro (m)

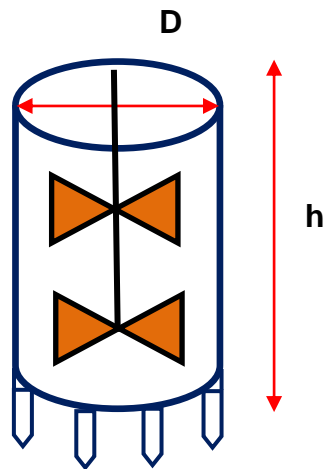
h = Altura del tanque (m<sup>2</sup>)

$$h = \frac{V_t}{\pi * r^2}$$

$$h = \frac{108\,700 \text{ cm}^3}{\pi * (30 \text{ cm})^2}$$

$$h = 38,44 \text{ cm} \approx 38 \text{ cm}$$

#### 3.1.4.4.2 DISEÑO DE LA MARMITA MEZCLADORA



- DATOS**

$$\rho_{\text{bebida}} = 1,0684 \text{ Kg/L}$$

$$m_{\text{mezcla 2}} = 281,08 \text{ Kg}$$

$$\phi t = 0,60 \text{ m} = 60 \text{ cm}$$

➤ **DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN, AREA Y ALTURA DE LA MARMITA MEZCLADORA**

- VOLUMEN REAL**

$$\rho = \frac{m}{V_r}$$

$$V_r = \frac{m}{\rho}$$

$$V_r = \frac{281,08 \text{ Kg}}{1,0684 \text{ Kg/L}}$$

$$V_r = 263,08 \text{ L}$$

- **VOLUMEN CORREGIDO O DE SEGURIDAD**

$$V = f_s * V_r$$

Donde:

V = Volumen corregido o de seguridad

$f_s$  = Factor de seguridad

$V_r$  = Volumen real

$$V = 0,15 * 263,08 \text{ L}$$

$$V = 39,46 \text{ L}$$

- **VOLUMEN TOTAL**

$$V_t = V + V_r$$

$$V_t = 39,46 \text{ L} + 263,08 \text{ L}$$

$$V_t = 302,54 \text{ L}$$

$$V_t = 302\,540 \text{ cm}^3$$

- **DETERMINACIÓN DEL ÁREA**

Para determinar este parámetro utilizamos la fórmula del área de un cilindro, teniendo:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

A = Área del tanque (m<sup>2</sup>)

D = Diámetro del tanque (m)

$$A = \frac{\pi * (0,60 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 0,28\text{m}^2$$

- **DETERMINACIÓN DE LA ALTURA**

Utilizamos la fórmula del volumen de un cilindro, teniendo:

$$V_t = \pi * r^2 * h$$

Donde:

V<sub>t</sub>=Volumen del tanque (m<sup>3</sup>)

r= radio del cilindro (m)

h = Altura del tanque (m<sup>2</sup>)

$$h = \frac{V_t}{\pi * r^2}$$

$$h = \frac{302\,540 \text{ cm}^3}{\pi * (30 \text{ cm})^2}$$

$$h = 107,002 \text{ cm} \approx 107 \text{ cm}$$

## ➤ CALCULOS PARA EL SISTEMA DE AGITACION

Para establecer las condiciones de diseño del agitador es necesario determinar la potencia para accionar el rodete.

El cálculo de la potencia deberá realizarse a partir de la experiencia, es decir mediante la empírica en las pruebas de laboratorio.

Agitación media = 100 rpm

Diámetro del tanque = 0,60 m

### • LONGITUD DEL BRAZO DE AGITACION

$$L_f = 1/2 \varnothing_t$$

$$L_b = h - L_f$$

Donde:

$L_f$  = longitud entre el brazo y el fondo del tanque (m)

$t$  = Diámetro del tanque (m)

$h$  = Altura del tanque de agitación (m)

$L_f$  = Longitud del brazo de agitación (m)

$$L_f = 1/2 * 0,60 \text{ m}$$

$$L_f = 0,3 \text{ m}$$

$$L_b = 1,07 \text{ m} - 0,30 \text{ m}$$

$$\mathbf{L_b = 0,77 \text{ m}}$$

- **ESPESOR DEL RODETE**

$$Er = 1/10 (Lb)$$

Donde:

$Er$  = Espesor del rodete (m)

$Lb$  = Longitud del brazo (m)

$$Er = 1/10 * 0,77 \text{ m}$$

$$Er = 0,08 \text{ m}$$

- **DIAMETRO DEL RODETE**

$$\varnothing_r = 2/3 \varnothing_t$$

Donde:

$\varnothing_r$  = Diametro del rodete (m)

$\varnothing_t$  = Diametro de del tanque de agitación (m)

$$\varnothing_r = 2/3 * 0,60 \text{ m}$$

$$\varnothing_r = 0,40 \text{ m}$$

- **ESPACIO ENTRE EL FONDO DEL TANQUE Y LA PALETA**

$$X = h - Lb$$

Donde:

$X$  = Distancia entre el fondo del tanque y la paleta (m)

$h$  = Altura del tanque (m)

Lb = Longitud del brazo (m)

$$X = h - Lb$$

$$X = 1,07 \text{ m} - 0,77 \text{ m}$$

$$X = 0,30 \text{ m}$$

- **ALTO DE LA PALETA**

$$Ap = 1/5 \text{ Lb}$$

Donde:

Ap = Alto de la paleta

Lb = Longitud del brazo

$$Ap = 1/5 * 0,77 \text{ m}$$

$$Ap = 0,15 \text{ m}$$

- **CALCULO DE LA POTENCIA PARA ACCIONAR EL RODETE**

- **CALCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS**

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$N_{Re} = \frac{\varnothing t^2 * N * \rho}{\mu}$$

Donde

$\varnothing t$  = Diametro del tanque (m)

N= Numero de revoluciones por segundo

$\mu$  = Viscosidad dinámica del fluido (Pa.s)

$\rho$  = Densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

Datos

$\phi_t = 0,60$  m

rpm = 100 rpm = 1,76 rps

$\rho = 1\,068,4$  Kg/m<sup>3</sup>

$\mu = 4,535$  Pa.s

$$N_{Re} = \frac{(0,60 \text{ m})^2 * 1,76 \text{ rps} * 1\,068,4 \text{ Kg/m}^3}{4,535 \text{ Pa.s}}$$

$$N_{Re} = 149,27$$

$$N_{Re} = 1,49 * 10^2$$

- **CALCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR**

Por medio de la grafica del número de potencia  $N_p$  en función de  $N_{Re}$ , el número de potencia es:

$$N_p = \frac{P}{\rho * N^3 * \phi_t^5}$$

Donde:

$N_p$  = numero de Potencia

$\rho$  = densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

P = Potencia (W)

$\phi_t$  = Diámetro del tanque (m)

N= Revoluciones por segundo



Con el número de Reynolds utilizamos la grafica de correlaciones de potencia tomando en cuenta la curva de tipo pala plana inclinada (ANEXO X), teniendo un valor de:

$$N_p = 2$$

Dando una potencia de:

$$N_p = \frac{P}{\rho * N^3 * \phi t^5}$$

$$N_p * \rho * N^3 * \phi t^5 = P$$

$$P = 2 * (1,76)^3 * (0,60)^5 * 1,068 \ 4$$

$$P = 0,91 \text{ HP}$$

### **3.1.4.5 BALANCES DE LA MICROEMPRESA**

#### **3.1.4.5.1 BALANCE DE MATERIA**

En la Tabla 3.1.4.5.1-1 se detallan las materias primas que se utilizaran para realizar en balance de materia.

**Tabla.3.1.4.5.1-1.**  
**Materias Primas Utilizadas para Elaborar la Bebida**

<b>MATERIAS PRIMAS</b>
------------------------

<b>Leche pasteurizada</b>
<b>Machica tamizada(105µm)</b>
<b>Azúcar de mesa blanca</b>
<b>Canela</b>
<b>Clavo de olor</b>
<b>Pimienta dulce</b>
<b>Esencia de vainilla</b>
<b>Gelatina sin sabor</b>

Fuente: Edison Choto

Para realizar tanto los balances de materia y energía para nuestra bebida, utilizaremos las tres primeras materias primas de la Tabla.3.1.4.5.1-1, debido a que estas, se encuentran en mayor porcentaje en la bebida, y los demás componentes no se toman en cuenta, debido a que están presentes en cantidades insignificantes y para que formen parte de un balance de materia, necesitan ser superiores a 50mg/kg como dice en el CODEX Alimentario, por tal razón no se las toman en cuenta para realizar los balances tanto de materia como de energía de esta bebida.

En la Tabla 3.1.4.5.1-2 muestran los porcentajes de las materias primas que se encuentran en forma mayoritaria y que serán utilizadas para realizar los respectivos balances tanto de materia y energía para elaborar la bebida.

**Tabla 3.1.4.5.1-2.**  
**Porcentajes de las Materias Primas de Mayoritarias**

<b>MATERIAS PRIMAS</b>	<b>PESO(g)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Leche Pasteurizada</b>	1 029,3	91,55
<b>Machica Tamizada(105µm)</b>	35	3,11
<b>Azúcar de mesa blanca</b>	60	5,34
<b>SUMA</b>	<b>1 124,3</b>	<b>100</b>

El balance de masa para elaborar la bebida, se realizara para producir diariamente 500 L de colada, esto representa los 2000 envases de bebida que la planta producirá diariamente. La producción de esta bebida se realizara en 2 tandas ya que la capacidad máxima de una marmita mezcladora en el mercado es de 300 litros, entonces el balance de masa se realizara para obtener 250 L de la bebida nutritiva a base de machica y leche.

- **MEZCLA 1**



Donde:

A = Leche Pasteurizada

B = Machica tamizada (105µm)

C = Mezcla 1

### **BALANCE GLOBAL DE MASA DE LA MEZCLA 1**

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA} + \text{ACUMULACIÓN}$$

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$A + B = C$$

Antes de realizar el balance de masa de esta etapa es necesario conocer la masa de la leche, porque este valor es de fundamental importancia para realizar los cálculos.

### ❖ **DETERMINACIÓN DE LA MASA DE LA LECHE**

$$\rho_{20^{\circ}} = 1,0293 \text{ g/ml}$$

$$V = 250\,000 \text{ ml}$$

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = \rho * v$$

$$m = 1,0293 \frac{\text{g}}{\text{ml}} * 250\,000 \text{ ml}$$

$$\mathbf{m = 257\,325 \text{ g}}$$

Para realizar la mezcla 1 solo utilizamos la mitad de la masa de la leche entonces tenemos:

$$m = \frac{257\,325 \text{ g}}{2}$$

$$\mathbf{m = 128\,662,5 \text{ g}}$$

- **DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE MACHICA**

35 g Machica	250 L Leche	= 8 750 g Machica
1 L Leche		

Luego que conocemos los pesos de estos dos componentes realizamos el balance de masa. Este balance es cuando se disuelve la machica en la leche y tenemos lo siguiente:



### BALANCE DE MASA PARA LA MEZCLA 1

$$A + B = C$$

$$128\,662,5\text{ g} + 8\,750\text{ g} = C$$

$$C = 137\,412,5\text{ g}$$

$$C = 137,41\text{ Kg}$$

El siguiente paso del proceso es la adición del azúcar y el resto de la leche pasteurizada y el balance de materia es el siguiente:

- **DETERMINACION DEL AZUCAR**

60 g Azúcar	250 L Leche	= 15 000 g Azúcar
1 L Leche		

- **MEZCLA 2**



Donde:

C = Mezcla 1

D = Azúcar de mesa

E = Leche Pasteurizada

F = Mezcla 2

### BALANCE DE MASA PARA LA MEZCLA 2

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA} + \text{ACUMULACIÓN}$$

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$C + D + E = F$$

$$137\,412,5 \text{ g} + 15\,000 \text{ g} + 128\,662,5 = F$$

$$F = 281\,075 \text{ g}$$

$$F = 281,08 \text{ Kg}$$

#### 3.1.4.6 BALANCE DE ENERGIA

El balance de energía se realizara a la marmita para determinar qué cantidad de calor será necesario para producir los 250 L de la bebida. Por tal razón utilizaremos la primera ley de la termodinámica y es la siguiente:

$$Q - W = \Delta E$$

Donde:

$$\Delta E = \Delta U + \Delta EC + \Delta EP$$

Reemplazando tenemos:

$$Q - W = \Delta U + \Delta EC + \Delta EP$$

Donde:

$Q$  = Transferencia de calor a través de las fronteras

$W$  = Trabajo hecho en todas las formas

$\Delta U$  = Energía interna

$\Delta EC$  = Energía cinética

$\Delta EP$  = Energía potencia

$$\Delta U = m (u_2 - u_1)$$

$$\Delta EC = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\Delta EP = mg (z_2 - z_1)$$

$$Q = mC_p\Delta T$$

La marmita es un sistema cerrado estacionario, debido a que no hay ningún cambio en su velocidad o en la elevación de su centro de gravedad durante el proceso, así como también no se realiza trabajo, por tal razón tanto la energía cinética, potencial el trabajo y la energía interna son despreciables ( $\Delta EC=0$ ,  $\Delta EP=0$ ,  $W=0$  y  $\Delta U=0$ ), entonces la ecuación queda de la siguiente forma:

$$Q - \cancel{W} = \cancel{\Delta U} + \cancel{\Delta EC} + \cancel{\Delta EP}$$

$$Q = \Delta E$$

Entonces tenemos:

$$Q = mC_p\Delta T$$

Donde:

$Q$  = Es la cantidad de calor (KJ)

$m$  = Es la masa (Kg)

$C_p$  = Es la capacidad calorífica del fluido

$\Delta T$  = Variación de la temperatura ( $^{\circ}K$ )

La marmita con agitación es un sistema estacionario, solo se determinara la cantidad de calor.

$$m = 281,08 \text{ Kg}$$

$$C_p = 3,60 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{K}$$

$$T_1 = 293 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 343^\circ\text{K}$$

$$Q = 281,08 \text{ Kg} * 3,60 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{K} * (343 - 293)^\circ\text{K}$$

$$Q = 50\,594,40 \text{ KJ}$$

### 3.2 RESULTADOS

Se obtuvo la bebida nutritiva a base de machica y leche que resulto de la mezcla de diferentes materias primas como: leche pasteurizada, machica tamizada (105µm), azúcar blanca, un estabilizante como la gelatina sin sabor, un saborizante como la esencia de vainilla y especias (clavo de olor, canela y pimienta dulce), la formulación B es la que se aprecia en la Tabla.3.2-1, con la cual se obtuvo mayor aceptabilidad en la degustación, así como también una gran estabilidad al adicionar 0,6 g de gelatina sin sabor por cada 250 ml de la bebida.

**Tabla 3.2-1.**  
**Formulación final (B) de la Bebida a Base de Machica y Leche**

<b>MATERIAS PRIMAS</b>	<b>PESO (g)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Leche pasteurizada</b>	1029,3	91,32
<b>Machica tamizada(105µm)</b>	35	3,11
<b>Azúcar de mesa blanca</b>	60	5,32
<b>Canela</b>	0,20	0,02
<b>Clavo de olor</b>	0,12	0,01
<b>Pimienta dulce</b>	0,30	0,03
<b>Esencia de vainilla</b>	0,20	0,02
<b>Gelatina sin sabor</b>	2	0,17
<b>SUMA</b>	<b>1127,12</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Edison Choto



El tiempo máximo de consumo de la bebida a base de machica y leche es de 18 días, el valor se calculo con la ecuación de Arrhenius. En la Tabla.3.2-2 se muestra los resultados del análisis bromatológico de la machica, leche y la bebida nutritiva. (ANEXO VIII)

**Tabla 3.2-2.**  
**Resultados del Análisis Fisicoquímico de la Machica, Leche y Bebida**

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
<b>MACHICA</b>		
Humedad	%	5,82
Ceniza	%	2,36
Proteína	%	8,28
Fibra	%	5,27
Grasa	%	2,40
ElnN	%	75,87
<b>LECHE</b>		
Densidad	g/ml	1,0293
acidez	%	0,15
pH	pH	6,73
viscosidad	cp	2,40
Grasa	%	3,0
<b>BEBIDA A BASE DE MACHICA Y LECHE</b>		
Humedad	%	78,74
Ceniza	%	0,81
Proteína	%	3,50
Fibra	%	0,47
Grasa	%	2,90
ELnN	%	13,58
Carbohidratos totales	%	14,05
Energía	KJ	398

Densidad	g/ml	1,0684
acidez	%	0,15
pH	pH	6,63
Viscosidad	cp	45,35
Brix	° Brix	17,5
Capacidad calorífica	KJ/Kg°K	3,60

**Fuente:** Edison Choto

En la Tabla.3.2-3 se observan los análisis de las pruebas microbiológicas realizadas a la bebida, en el (Anexo VIII) se puede ver con mayor detalle.

**Tabla 3.2-3.**  
**Resultados del Análisis Microbiológicos de la Bebida**

DETERMINACIÓN	MÉTODOS USADOS	VALORES DE REFERENCIA	VALORES ENCONTRADOS
Aerobios mesofilos	AOAC(990.12 recuento de aerobios en alimentos, film seco re hidratado)	50 000	4 000
Coliformes totales	INEN 1529-6 Técnica del número más probable	10	0
Coliformes fecales	INEN 1529-6 Técnica del número más probable	0	0

**Fuente:** Edison Choto

A continuación se detalla en la Tabla.3.2-4 los resultados de la vida útil del producto final en sus tres ambientes diferentes.

**Tabla 3.2-4.**

**Análisis de la Vida Útil en la Bebida en los tres Ambientes Diferentes**

CONDICIONES		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
FORMAS		Refrigeración	Ambiente	Acelerada
TEMPERATURA		6 – 7 °C	15 - 19°C	30°C
MUESTRA 1				
DÍAS	pH	T( °C)	OBSERVACIONES	
0	6,63	7	Olor agradable y de consistencia fluida	
1	6,63	6	Olor agradable y de consistencia fluida	
2	6,66	7	Olor agradable y de consistencia fluida	
3	6,62	6	Olor agradable y de consistencia fluida	
4	6,63	6	Olor agradable y de consistencia fluida	
5	6,66	6	Olor agradable y de consistencia fluida	
6	6,65	5	Olor agradable y de consistencia fluida	
7	6,68	6	Se produce un asentamiento del olor, es fluido	
8	6,63	7	Se produce un asentamiento del olor, es fluido	
9	6,64	7	Se produce un asentamiento del olor, es fluido	
10	6,58	7	Olor desagradable y de consistencia no fluida	
11	6,41	7	Olor más desagradable y de consistencia no fluida	
MUESTRA 2				
0	6,63	17	Olor agradable y de consistencia fluida	
1	6,63	19	Olor agradable y de consistencia fluida	
2	6,15	17	Se formó una nata en la parte superior de la bebida , además se observó la separación de la bebida en 2 fases	

<b>MUESTRA 3</b>			
0	6,63	7	Olor agradable y de consistencia fluida
1	6,10	30	Presento un mal olor, consistencia muy viscosa, se formó un gel compacto.

La Tabla.3.2-5 muestra las dimensiones de los silos de almacenamiento de las principales materias primas utilizadas para elaborar la bebida nutritiva a base de machica y leche.

**Tabla 3.2-5.**  
**Dimensiones de los Silos de Almacenamiento de las Principales Materias Primas**

<b>SILO DE ALMACENAMIENTO PARA LA MACHICA</b>	<b>Cantidad por semana utilizada de machica para elaborar la bebida</b>	
	<b>87,5 Kg/semana</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
Densidad (machica)	Kg/L	0,38
Diámetro	m	0,60
Volumen real	L	227,86
Volumen de seguridad	L	34,18
Volumen total	L	262,04
Área	m <sup>2</sup>	0,28
Altura	cm	93
<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA LA LECHE</b>	<b>Cantidad por semana utilizada de leche pasteurizada para elaborar la bebida.</b>	
	<b>2 500 L/semana</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>

Densidad (leche)	Kg/m <sup>3</sup>	1 029,3
Diámetro	M	1,40
Volumen real	L	2 500
Volumen de seguridad	L	375
Volumen total	L	2 875
Área	m <sup>2</sup>	0,38
Altura	cm	187
<b>SILO DE ALMACENAMIENTO PARA LA AZÚCAR</b>	<b>Cantidad por semana utilizada de azúcar blanca de mesa para elaborar la bebida.</b>	
	<b>150 Kg/semana</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
Densidad (azúcar)	Kg/L	1,587
Diámetro	m	0,60
Volumen real	L	94,52
Volumen de seguridad	L	14,18
Volumen total	L	108,70
Área	m <sup>2</sup>	0,28
Altura	cm	38

**Fuente:** Edison Choto

La Tabla.3.2-6 detalla las dimensiones que debe tener la marmita agitadora para elaborar 250 L de la bebida.

**Tabla 3.2-6.**  
**Dimensiones de la Marmita con Agitación**

DISEÑO DE LA MARMITA CON AGITACIÓN	Cantidad que va a mezclar por tanda	
	281,08 Kg/Tanda	
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR
Densidad (bebida)	Kg/L	1,0684
Diámetro	m	0,60
Volumen real	L	263,08
Volumen de seguridad	L	39,46
Volumen total	L	302,54
Área	m <sup>2</sup>	0,28
Altura	cm	107
Material	Acero inoxidable 304	
SISTEMA DE AGITACIÓN		
Longitud del brazo de agitación	m	0,77
Espesor del rodete	m	0,08
Diámetro del rodete	m	0,40
Espacio entre el fondo y la paleta	m	0,30
Alto de la paleta	m	0,15
Potencia del accionador del rodete	HP	0,91

**Fuente:** Edison Choto

Los resultados de los balances de materia y energía para producir 250L de la bebida se detallan en la Tabla.3.2-7.

**Tabla 3.2-7.**  
**Balances de Materia y Energía**

BALANCE DE MATERIA			
MEZCLA 1			
ENTRADA	CANTIDAD	SALIDA	CANTIDAD
Leche pasteurizada	128 662,5 g	Mezcla 1	137 412,5 g
Machica tamizada (105 µm)	8 750 g		
MEZCLA 2			
ENTRADA	CANTIDAD	SALIDA	CANTIDAD
Mezcla 1	137 412,5 g	Mezcla 2	281 075 g
Azúcar de mesa	15 000 g		
Leche pasteurizada	128 662,5 g		
BALANCE DE ENERGÍA			
PARÁMETROS		CANTIDAD	
Calor		50 594,4 KJ	

Fuente: Edison Choto

### 3.3 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la obtención de 1 Litro de la bebida nutritiva se utilizo leche pasteurizada en un 91,32% (1 L),machica tamizada(105 µm) en 3,11% (35g), azúcar blanca en 5,32% (60 g),canela en 0,02%(0,20 g),clavo de olor 0,01%(0,12g),pimienta dulce en 0,03%(0,30g),esencia de vainilla en 0,02%(0,20g) y gelatina sin sabor en un 0,17%( 2g).La bebida cumple con los parámetros de la NTE INEN 2564:2011 Bebidas Lácteas. Requisitos.

Después se determino la cantidad exacta del emulsificante (gelatina sin sabor) en la bebida, mediante pruebas y la que presento una mayor estabilidad es 0,6 g por cada 250 ml de la bebida nutritiva a base de machica y leche, este aditivo

es permitido por el INEN, mediante la Norma 2074:2012 Aditivos permitidos para Consumo Humano. Listas Positivas. Requisitos.

La Tabla.3.3-1 reporta los resultados del análisis bromatológico de la machica, los mismos que son analizados y discutidos a continuación.

**Tabla 3.3-1.**  
**Resultados del Análisis Bromatológico de la Machica**

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Humedad	%	5,82
Ceniza	%	2,36
Proteína	%	8,28
Fibra	%	5,27
Grasa	%	2,40
EInN	%	75,87

**Fuente:** Edison Choto

El resultado del análisis bromatológico de la machica muestra que es un producto rico en carbohidratos por tal razón es una gran fuente energética para los niños ya que ellos ,necesitan de muchos carbohidratos en esta etapa de su vida, además el producto contiene un alto contenido de minerales que ayuda al hombre en la prevención del envejecimiento celular y mantener un correcto equilibrio del agua corporal previniendo la deshidratación, en la Tabla 3.3-1 se puede observar que la machica contiene un considerable contenido de fibra esto favorece al control del peso corporal y a la disminución en los problemas del tracto intestinal, la machica protege el corazón por su contenido bajo en grasas, el bajo contenido de humedad le confiere estabilidad al producto.

La Tabla.3.3-2, detalla los resultados efectuados a la leche entera pasteurizada, los mismos que son analizados y discutidos a continuación.



**Tabla 3.3-2.**  
**Resultados del Análisis de la Leche Pasteurizada**

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Densidad	g/ml	1,0293
acidez	%	0,15
pH	pH	6,73
viscosidad	cp	2,40
Grasa	%	3,0

Fuente: Edison Choto

Para elaborar la bebida a base de machica y leche se utilizó una leche entera pasteurizada de una marca X, la misma que fue sometida a análisis de laboratorio para determinar si sus características están dentro de la norma.

Realizado los análisis que se observan en la Tabla 3.3-2, esta no presenta ninguna alteración ni adulteración en su composición, todas sus características están dentro de la NTE INEN 10:2012 con esto garantizamos la calidad del producto final.

Se reportan los resultados del análisis, físico, químico y microbiológico del producto final en la Tabla.3.3-3, los mismos que son analizados y discutidos a continuación.

**Tabla 3.3-3.**  
**Resultados de las Pruebas fisicoquímica y microbiológicas del producto final**

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO		
Color	Café claro	
Olor	Característico	
Sabor	Característico	
Aspecto	Fluido	
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO		
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR
Humedad	%	78,74
Ceniza	%	0,81
Proteína	%	3,50
Fibra	%	0,47
Grasa	%	2,90
ELnN	%	13,58
Carbohidratos totales	%	14,05
Energía	KJ	398
Densidad	g/ml	1,0684
acidez	%	0,15
pH	pH	6,63
Viscosidad	cp	45,35
Brix	° Brix	17,5
Capacidad calorífica	KJ/Kg°K	3,60
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
Aerobios mesofilos	UFC/mL	4 000
Coliformes totales	NMP/mL	0
Coliformes fecales y <i>E.coli</i>	NMP/mL	0

**Fuente:** Edison Choto

El resultado del análisis organoléptico muestra un producto de aspecto fluido, color café claro, olor y sabor agradable y característico, que garantizaran una gran aceptabilidad en los consumidores, especialmente en niños y jóvenes.

El análisis bromatológico del producto final como observamos en la Tabla.3.3-3, es inferior en comparación al de la machica esto ocurre porque ha existido una disolución en los sólidos en un líquido. La bebida presenta una humedad del 78,74 %, este valor tiene relación con la cantidad de leche suministrada en la formulación B que es del 91,32 %, para este y los demás parámetros del producto final no existe norma específica. La cantidad de cenizas que presenta la bebida es del 0,81% y es baja en relación a la machica 2,36% y es porque ha existido una dilución por tal razón su contenido de minerales es bajo en la bebida. La proteína presente en el producto final es del 3,50 % su valor es apreciable debido al aporte que brinda la machica 8,28%. En cuanto al porcentaje de grasa total que se encuentra presente en la bebida es del 2,90%, esto corresponde en gran mayoría a la leche 3% y machica 2,40%. La fibra presente en el producto final es del 0,47% es baja en relación a la machica 5,27%.

El contenido energético de la bebida (250 ml) es de 398KJ esto representa 4,68 % de los valores diarios de una dieta de 8 500 KJ que necesita una persona según la NTE INEN 1334-2:2011. La densidad que presento la bebida es de 1,0684 g/ml el valor es alto en relación a la leche entera pasteurizada 1,029 – 1,033 g/ml NTE INEN 10:2012, esta variación ocurre porque la formulación B presenta machica, azúcar y un estabilizante (gelatina sin sabor). La acidez que presento el producto es del 0,15% de ácido láctico, este valor es coherente ya que la bebida en su gran mayoría está constituida por leche pasteurizada, por no existir norma específica para este producto se relaciona el resultado con la leche pasteurizada 0,13 – 0,18 %. El pH del producto es del 6,63 este valor se encuentra dentro de la norma al relacionarlo con el de la leche pasteurizada.

La viscosidad que presento la bebida es de 45,35 cp, este resultado se determinó utilizando un viscosímetro BROOKFIELD, el resultado obtenido se relaciona con el de la leche 1,7 a 2,2 cp, el valor es alto debido a que la formulación presenta diversos ingredientes como azúcar, machica y sobre todo gelatina sin sabor. En la determinación de la capacidad calorífica de la bebida

utilizamos la ecuación de SINGH & HELDMAN esta expresión es utilizada en la leche, aplicamos tal ecuación debido a que la leche en la bebida se encuentra en un 91,32% obteniendo una capacidad calorífica de 3,60KJ/Kg°K.

En cuanto al análisis microbiológico de los tres parámetros ejecutados a la bebida como se observa en la Tabla.3.3-3 los resultados están dentro de los límites de las normas INEN, por tal razón se asegura al consumidor un producto de calidad e inocuo.

La bebida nutritiva a base de machica y leche tiene una vida útil de 18 días, calculado mediante la ecuación de Arrhenius, se aplicó la misma, ya que establece una relación matemática entre la constante específica de velocidad de una reacción química y la temperatura, además es un alimento en donde la reacción de degradación es de orden cero, este periodo depende de muchas variables en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones ambientales y el empaque. Dentro de las que ejercen mayor peso se encuentran la temperatura, pH, actividad del agua, humedad relativa, radiación (luz), concentración de gases, potencial redox, presión y presencia de iones.

Diversas investigaciones han sugerido que las reacciones que ocurren en alimentos, como degradación enzimática, oxidación lipídica (responsable de la rancidez en productos altamente grasos) y pardeamiento no enzimático (oscurecimiento en alimentos ricos en carbohidratos) se comportan de orden cero, es así que nuestro producto (bebida a base de machica y leche) presenta esos cambios y en el instante en que alguno de estos parámetros cambia se considero como inaceptable, por lo que llego al fin de su vida útil.

La Tabla .3.3-4, muestra el análisis de la vida útil que se efectuó a la bebida en sus tres ambientes (refrigeración, temperatura ambiente y en condiciones aceleradas 30°C), los mismos que son analizados y discutidos a continuación.

**Tabla 3.3-4.**  
**Resultados del Análisis de la Vida Útil de la Bebida Nutritiva**

CONDICIONES		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
FORMAS		Refrigeración	Ambiente	Acelerada
TEMPERATURA		6 – 7 °C	15 - 19°C	30°C
MUESTRA 1				
DÍAS	pH	T( °C)	OBSERVACIONES	
0	6,63	7	Olor agradable y de consistencia fluida	
1	6,63	6	Olor agradable y de consistencia fluida	
2	6,66	7	Olor agradable y de consistencia fluida	
3	6,62	6	Olor agradable y de consistencia fluida	
4	6,63	6	Olor agradable y de consistencia fluida	
5	6,66	6	Olor agradable y de consistencia fluida	
6	6,65	6	Olor agradable y de consistencia fluida	
7	6,68	6	Se produce un asentamiento del olor, es fluido	
8	6,63	7	Se produce un asentamiento del olor, es fluido	
9	6,64	7	Se produce un asentamiento del olor, es fluido	
10	6,58	7	Olor desagradable y de consistencia poca fluida	
11	6,41	7	Olor más desagradable y de consistencia no fluida	
MUESTRA 2				
0	6,63	17	Olor agradable y de consistencia fluida	
1	6,63	18	Olor agradable y de consistencia fluida	
2	6,15	17	Se formó una nata en la parte superior de la bebida, además se observó la separación de la bebida en 2 fases y de olor desagradable.	
MUESTRA 3				
0	6,63	7	Olor agradable y de consistencia fluida	
1	6,10	30	Presento un mal olor, consistencia muy viscosa, se formó un gel compacto.	

**Fuente:** Edison Choto

Como se observa en la Tabla 3.3-4 la muestra 1 fue sometida a refrigeración para determinar su vida útil a una temperatura que oscila entre 6 - 7°C, cuyo pH al día 0 es de 6,63 y al relacionar este valor con la leche de 6,6 a 6,8 observamos que el valor esta dentro de los rangos, además presentaba las siguientes características organolépticas olor agradable y de una consistencia muy fluida, estas características permanecieron iguales durante 6 días desde el inicio de la prueba, el séptimo día su pH seguía dentro de los límites establecidos pero hubo una variación en el olor del producto y era en su acentuación en relación al día 0 su consistencia se mantuvo fluida, estas características permanecen similares durante 2 días, el producto en su decimo día muestra una variación en su pH 6,58 este valor se encuentra fuera de la NTE INEN 10:2012 es un indicativo que el producto se acidifico y su vida útil está por finalizar en relación a sus características organolépticas el olor era desagradable y su consistencia poca fluida, el onceavo día el producto presenta más variaciones en su pH 6,41 su olor era desagradable la consistencia no es fluida al contrario se formo un gel, estas características dan un indicativo que la vida útil de la bebida a terminado.

La muestra 2 estuvo sometida a temperatura ambiente para determinar su vida útil a una temperatura que oscilaba entre los 15 a 19 °C, la bebida en el día cero presentaba las mismas características que las demás muestras, el producto en el primer día seguía manteniendo sus características propias, en el segundo día de prueba se observo que la bebida sufrió cambios tanto en su pH 6,15 como en sus características organolépticas el olor era desagradable así como también se observo la separación en dos fases de la bebida con la formación de una capa de nata en la parte superior.

Finalmente la muestra 3 fue sometida a un ambiente acelerado a temperatura de 30 °C en una estufa de aire caliente con recirculación, esta prueba solo duro 24 horas ya que pasado este tiempo la bebida presento un pH de 6,10 y un olor desagradable y su consistencia era de un gel compacto.

Después de haber sometido al producto final a las pruebas de anaquel aceleradas en los tres ambientes diferentes, la bebida tuvo una mayor estabilidad de vida en refrigeración a una temperatura de 6 – 7°C por tal motivo el producto deber estar siempre en cadena de frio para asegurar así su calidad e inocuidad.

Los resultados de la prueba de degustación se detallan a continuación.

- **PREGUNTA 1**

**¿EN UNA O VARIAS VECES AL MES HA CONSUMIDO COLADA DE MACHICA EN SU CASA?**

Esta pregunta pretende seleccionar a nuestro mercado potencial y por medio de una respuesta favorable permitirles que continúen con el resto de preguntas que contiene este test de degustación. La respuesta que se obtenga establecerá si la colada de máchica es aceptable o no por los estudiantes de la escuela de Bioquímica y Farmacia de la ESPOH. El 86 % de los encuestados han consumido la colada de machica al mes y el 14 % no.

- **PREGUNTA Nº 2**

**¿CON QUE FRECUENCIA CONSUME USTED COLADA DE MACHICA?**

Se elaboró esta pregunta para saber cuál es el nivel de consumo de colada de máchica. Este resultado ayudará a determinar el número de unidades y la periodicidad de producción de la colada de máchica envasada. La frecuencia del consumo de los encuestados de la colada es del 66% al mes, 18% quincenal, 10% semanal y el 6% diario. Como se observa en los resultados la frecuencia de consumo no es muy habitual.

- **PREGUNTA Nº 3**

## **AL MOMENTO DE CONSUMIR LA COLADA DE MACHICA ¿CON QUE PREFIERE ACOMPAÑAR?**

El fin que persigue esta pregunta es saber cuál es el acompañamiento que los encuestados prefieren al momento de servirse la colada de máchica y mediante el resultado conseguido la empresa podrá planificar estrategias de promoción o marketing. Sin lugar a duda los encuestados no prefieren el acompañamiento de la bebida con algún otro alimento.

- **PREGUNTA Nº 4**

## **¿UNA DE LAS RAZONES PARA CONSUMIR COLADA DE MÁCHICA ES?**

La imagen que un producto proyecta en el mercado es un pilar primordial para el éxito de una empresa, por tal razón, esta pregunta nos ayuda a conocer la razón que más influye en el encuestado para que tome la decisión de consumir la colada de máchica. El 76 % de los encuestados prefieren la bebida por su alto valor nutricional, este porcentaje nos indica que en la mente de los encuestados están muy fomentados los beneficios que se obtienen al momento de servirse la colada.

- **PREGUNTA Nº 5**

## **¿QUÉ INTEGRANTE DE SU FAMILIA DEMUESTRA UN MAYOR GUSTO POR LA COLADA DE MÁCHICA?**

En esta pregunta se busca identificar que integrante de la familia del encuestado manifiesta un mayor deleite al consumo de la colada de máchica. Todos los integrantes de una familia demuestran un gran gusto por la colada, la mama en un 68%, luego el padre con un 20 % y finalmente los hijos en un 10% estos valores nos permiten deducir que la colada puede ser consumida por todos los elementos de una familia.



- **PREGUNTA 6**

**¿QUÉ CONSISTENCIA DE LA COLADA DE MÁCHICA LE ES MÁS AGRADABLE?**

Porque no solamente los ingredientes garantizan un producto delicioso, se ha planteado esta pregunta para conocer cuál es la consistencia de la colada de máchica que más se ajusta a las preferencias de los distintos encuestados. Y la gran mayoría la prefieren fluida.

- **PREGUNTA 7**

**¿ESTARÍA DISPUESTO A COMPRAR COLADA DE MÁCHICA CONTENIDA EN UN ENVASE PRÁCTICO E HIGIÉNICO DE 250 ml. SIN PERSEVANTES NI COLORANTES Y LISTA PARA SERVIR?**

Se ha formulado esta pregunta para descubrir cuál es el número de familias que están dispuestas a comprar la colada de máchica envasada y así poder determinarlo como nuestro mercado meta. Es grato saber que el 82 % de los encuestados están dispuestos a comprar el producto, por tal circunstancia la bebida tendrá una gran acogida en el futuro.

- **PREGUNTA 8**

**¿CUÁL O CUÁLES DE LOS SIGUIENTES ASPECTOS LE ATRAEN PARA COMPRAR COLADA DE MÁCHICA ENVASADA Y LISTA PARA SERVIR?**

Con esta pregunta se logra comprobar si los encuestados mantienen un ritmo de vida muy apresurado y por tal razón prefieren comprar productos elaborados, además buscamos saber en qué aspecto beneficia al cliente la compra de este producto. Al 46% de las personas encuestadas les ahorra tiempo comprar productos elaborados y al 26 % de los encuestados afirman

que la facilidad de consumo que presenta la bebida envasada representa un aspecto muy decisivo a la hora de realizar una compra, con estos resultados se puede comprobar que la mayoría de personas están inmersas en múltiples actividades y prefieren ahorrar tiempo al momento de alimentarse.

- **PREGUNTA 9**

**INDIQUE CUÁL O CUÁLES SON LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES QUE USTED CONSIDERA AL MOMENTO DE REALIZAR UNA COMPRA**

La presentación de un producto puede ser muy atractiva o simple, por tal razón se vio necesaria la realización de esta pregunta para conocer cuáles son los aspectos más importantes, de un producto que más ponen a consideración los encuestados al momento de decidir la compra. El 40 % y el 18 % de los encuestados al momento de realizar una compra ven su precio y empaque, estos aspectos no son importantes desde el punto de vista nutricional, ya que lo primordial en un producto es su contenido nutricional.

**¿QUÉ PRECIO PAGARÍA POR UN ENVASE DE COLADA DE MÁCHICA DE LAS SIGUIENTES CANTIDADES?**

Uno de los factores que también influyen en la decisión de compra es el precio del producto, por consiguiente se plantea esta interrogante para que la empresa pueda fijar adecuadamente el precio de la colada de máchica envasada en la respectiva presentación. Entre las presentaciones de 200 y 250ml de la colada, lo prefieren el 60 % la segunda opción con un precio que fluctúa entre \$ 0,56 – 0,65.

- **ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA**

**¿CUÁL DE LAS DOS COLADAS DE MACHICA LE PARECIÓ MAS AGRADABLE? Y DEL VASO DE COLADA DE MACHICA QUE MÁS LE**

**GUSTO, ELIJA UNO O MÁS DE LOS ASPECTOS IMPORTANTES QUE LE AGRADO DE ESTA BEBIDA**

Luego de haber realizado la encuesta a las dos bebidas, el 72 % de los encuestados prefieren el del vaso con el stiker rosado (FORMULACIÓN B) por sus mejores características de textura, sabor y olor.

Los resultados de los diseños de los silos de almacenamiento se detallan en la Tabla.3.3-5, los mismos que son analizados y discutidos a continuacion.

**Tabla 3.3-5.**  
**Resultados de los Diseños de los Tanques de Almacenamiento de las Principales Materias Primas**

<b>SILO DE ALMACENAMIENTO PARA LA MACHICA</b>	<b>Cantidad por semana utilizada de machica para elaborar la bebida</b>	
	<b>87,5 Kg/semana</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
Densidad (machica)	Kg/L	0,38
Diámetro	m	0,60
Volumen real	L	227,86
Volumen de seguridad	L	34,18
Volumen total	L	262,04
Área	m <sup>2</sup>	0,28
Altura	cm	93
<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA LA LECHE</b>	<b>Cantidad por semana utilizada de leche pasteurizada para elaborar la bebida.</b>	
	<b>2 500 L/semana</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
Densidad (leche)	Kg/m <sup>3</sup>	1 029,3
Diámetro	m	1,40

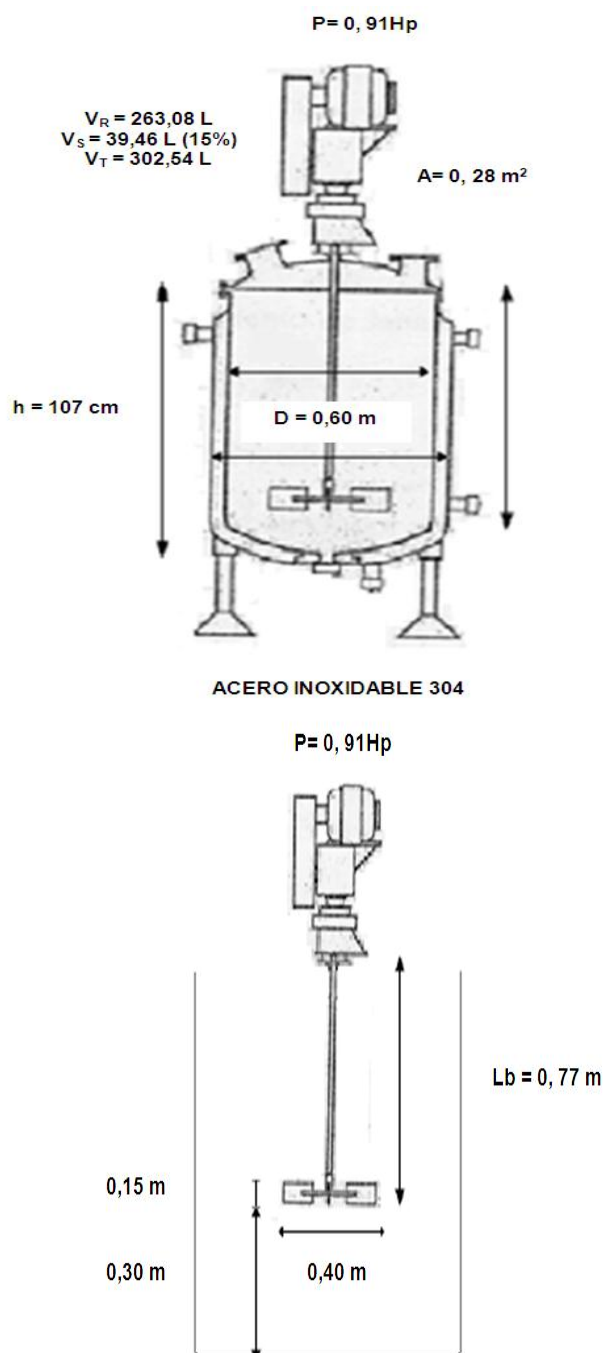
Volumen real	L	2 500
Volumen de seguridad	L	375
Volumen total	L	2 875
Área	m <sup>2</sup>	0,38
Altura	cm	187
<b>SILO DE ALMACENAMIENTO PARA LA AZÚCAR</b>	<b>Cantidad por semana utilizada de azúcar blanca de mesa para elaborar la bebida.</b>	
	<b>150 Kg/semana</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
Densidad (azúcar)	Kg/L	1,587
Diámetro	m	0,60
Volumen real	L	94,52
Volumen de seguridad	L	14,18
Volumen total	L	108,70
Área	m <sup>2</sup>	0,28
Altura	cm	38

**Fuente:** Edison Choto

El diseño de los silos de almacenamiento de la machica, azúcar y leche pasteurizada se elaboraron con proyección a una semana ya que estas materias primas serán suministradas por los proveedores durante este tiempo, la producción diaria de esta microempresa es de 2000 envases de la bebida nutritiva a base de machica y leche con un volumen individual por envase de 250ml para lo cual se emplea 17,5 Kg de machica, 500 L de leche entera pasteurizada y 30 Kg de azúcar, los parámetros de cada uno de los silos se pueden observar con detalle en Tabla.3.3-5, estos datos de diseño fueron elaborados para almacenar estas materias primas durante una semana, cada uno de estos silos tiene su rango de seguridad del 15 % con el fin de garantizar la producción, además el tipo de materias que serán construidos cada uno de los equipos es de acero inoxidable 304 este material es usado

primordial en la industria alimenticia que garantiza al consumidor un producto de alta calidad e inocuo.

A continuación se detalla el dimensionamiento de la marmita con agitación.



**Fig.3.3-1.Dimensiones de la Marmita con Agitación**

**Tabla 3.3-6.**  
**Dimensiones de la Marmita con Agitación**

DISEÑO DE LA MARMITA CON AGITACIÓN	Cantidad que va a mezclar por tanda	
	281,08 Kg/Tanda	
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR
Densidad (bebida)	Kg/L	1,0684
Diámetro	m	0,60
Volumen real	L	263,08
Volumen de seguridad	L	39,46
Volumen total	L	302,54
Área	m <sup>2</sup>	0,28
Altura	cm	107
Material	Acero inoxidable 304	
SISTEMA DE AGITACIÓN		
Longitud del brazo de agitación	m	0,77
Espesor del rodete	m	0,08
Diámetro del rodete	m	0,40
Espacio entre el fondo y la paleta	m	0,30
Alto de la paleta	m	0,15
Potencia del accionador del rodete	HP	0,91

**Fuente:** Edison Choto

La marmita con agitación está diseñada para producir 250 L de la bebida nutritiva a base de machica y leche, el volumen de la marmita representa 1 000 envases de 250ml cada uno, se diseño la marmita con este volumen para garantizar un mezclado homogénea durante el proceso de agitación de sus materias primas así como también evitar el asentamiento y quemado durante su elaboración y brindar al consumidor final un producto de calidad, el volumen total de la marmita con agitación para procesar los 250L de la bebida es de 302,54 L este volumen tiene incorporado un factor de seguridad del 15 % que

garantiza cualquier inconveniente durante su proceso, su área es de 0,50 m<sup>2</sup>, un diámetro de 0,80 m y una altura de 60 cm, el material que será. En cuanto al sistema de agitación de la marmita su longitud de brazo y espacio entre el fondo de la marmita con la paleta es 0,77 y 0,30 m respectivamente esta distancia permite tener una agitación correcta y homogénea de sus ingredientes, en tanto el espesor y diámetro del rodete 0,08 y 0,40 m respectivamente, el tipo de agitador que se utilizara en este proceso es palas planas inclinadas es recomendada para realizar diluciones entre líquidos - sólidos con viscosidades de hasta 20 Pa.s, la altura de la paleta del agitador es 0,15 m.

**Tabla 3.3-7.**  
**Resultados del Balance de Materia Y Energía**

BALANCE DE MATERIA			
MEZCLA 1			
ENTRADA	CANTIDAD	SALIDA	CANTIDAD
Leche pasteurizada	128 662,5 g	Mezcla 1	137 412,5 g
Machica tamizada (105 μm)	8 750 g		
MEZCLA 2			
ENTRADA	CANTIDAD	SALIDA	CANTIDAD
Mezcla 1	137 412,5 g	Mezcla 2	281 075 g
Azúcar de mesa	15 000 g		
Leche pasteurizada	128 662,5 g		
BALANCE DE ENERGÍA			
PARÁMETROS		CANTIDAD	
Calor		50 594,4 KJ	

**Fuente:** Edison Choto

El balance de materia se realizo para los 250 L de la bebida nutritiva estos parámetros de balance se detallan en la Tabla 3.3-7, el proceso de elaboración

de la bebida se ejecuto por etapas por tratarse de una dilución de diversas materia primas, la primera mezcla se ejecuta entre líquido – sólido para lo cual se necesito la mitad del volumen total de la leche y es 125 L por cada 8,75 Kg de machica tamizada a 105  $\mu\text{m}$  dicha mezcla se ejecuta a una temperatura ambiente (15 – 20  $^{\circ}\text{C}$ ) para evitar la formación de grumos durante la dilución realizamos esta operación con la ayuda de un agitador que funciona a 100 rpm y una potencia de su motor de 0,91 HP, estos datos son corroborados con los ejecutados a nivel de laboratorio y bibliográficos, para efectuar la segunda mezcla se utiliza los restante 125 L leche y 15 Kg de azúcar blanca las condiciones que tendrá la mezcla 2 es de 35 $^{\circ}\text{C}$ , 100rpm y durante un tiempo de 2 min, finalizada esta etapa termina el balance de materia con un producto de 281,075 Kg la misma que requiere de una cantidad de calor de 50 594, 4 KJ para ser calentado de 20 a 75  $^{\circ}\text{C}$  ,la cantidad de calor que requiere la bebida se determino mediante un balance de energético basándose en el principio de la conservación de la energía, desde el punto de vista termodinámico nuestra marmita es un sistema cerrado estacionario debido a que no existe ningún cambio en su velocidad o en la elevación de su centro de gravedad durante su proceso además los cambios en la energía cinética y potencia como el trabajo y la energía interna son despreciables.



# CAPÍTULO IV

## CONCLUSIONES

### Y

## RECOMENDACIONES

## CAPÍTULO IV

### 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis físico químico a las materias primas (machica y leche) para determinar sus parámetros y compararlos con los de la bibliografía (tabla de alimentos de Perú) por no existir una norma específica de la machica en el Ecuador. Los resultados obtenidos son: humedad 5,82%, cenizas 2,36%, proteína 8,28%, fibra 5,27%, grasa 2,40 % y el extracto libre no nitrogenado del 75,87%; los mismos que presentan una ligera desviación, esto es debido principalmente a la variedad, locación y condiciones climáticas de cultivo de la cebada que existe en cada país. La leche pasteurizada que utilizamos en la elaboración de la bebida nutritiva se encuentra dentro de los requisitos estipulados en la NTE NEN 10:2012, finalmente se ejecutó el análisis bromatológico y microbiológico al producto final obteniendo los siguientes resultados: viscosidad 45,35cp, pH 6,63, grados Brix 17,5, densidad relativa 1,0684 g/ml, capacidad calorífica 3,60 KJ/Kg<sup>o</sup>K, energía 397,66 KJ, humedad 78,74%, ceniza 0,81%, proteínas 3,50%, grasa 2,90%, fibra 0,47%, el extracto libre no nitrogenado 13,58% y carbohidratos totales 14,05%, resultados que están dentro de los límites fijados en la norma NTE INEN 2564:2011 Bebidas Lácteas. Requisitos.
- Se realizaron dos formulaciones con las siguientes proporciones: A 90,69%, 3,52% y 5,73% y B 91,48%, 3,11% y 5,33% de leche pasteurizada, machica y azúcar respectivamente, las cuales fueron sometidas a pruebas de degustación para determinar la de mayor aceptabilidad.

- Para obtener una bebida de calidad hay que establecer sus operaciones unitarias así como también sus variables a controlar obteniendo como resultado durante el proceso de elaboración las siguientes operaciones mezclados, tamizado y calentamiento, que son determinantes en la calidad y eficiencia del proceso y las variables que mayor control deben tener durante la elaboración de la bebida son la temperatura y el tiempo.
- Se aplicó un test de consumidores a 48 estudiantes del octavo nivel de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Facultad de Ciencias así como también a 2 miembros del tribunal de tesis para determinar entre las dos formulaciones planteadas a nivel de laboratorio cuál tenía una mayor aceptabilidad, obteniendo como resultado el 72 % la bebida con el sticker rosado (formulación B) por tener excelentes características organolépticas y físicas.
- Determinada la formulación de mayor aceptabilidad, establecidas las operaciones unitarias y variables del proceso de elaboración, se procedió a desarrollar los diagramas de proceso e ingeniería que muestran paso a paso la elaboración y control de la bebida y, simultáneamente se ejecutó su balance de materia y energía para elaborar 250 L (un lote) para lo cual se necesita de 50 594,4 KJ de calor para llevar la bebida desde una temperatura de 20 a 75 °C; termodinámicamente la marmita es un sistema cerrado estacionario debido a que no existe ningún cambio en su velocidad o en la elevación de su centro de gravedad durante el proceso, además los cambios en la energía cinética y potencial como el trabajo y la energía interna son despreciables.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la puesta en marcha del proyecto, ya que por medio de los estudios ejecutados en la encuesta se determinó que en el mercado de bebidas nutritivas elaboradas a base de un cereal, no existe competencia directa debido a que no se halla un producto con las características de la colada de máchica, por lo que se presenta como una oportunidad dentro de un mercado potencial por explotar.
- Se recomienda desde el inicio de las operaciones manejar un estándar de calidad e inocuidad en el proceso productivo, que permita responder a los requerimientos del cliente para garantizar su competitividad.
- Realizar alianzas estratégicas con agricultores de la zona para el futuro crecimiento de la empresa para la obtención de la cebada.
- Ejecutar periódicamente sondeos de mercado para medir el grado de satisfacción de los clientes, captando nuevas sugerencias o modificaciones para el producto y de esta manera conservar y expandir el mercado.
- Se sugiere seguir los pesos y tiempos establecidos en el diagrama de proceso y en el balance de batería para garantizar un producto de calidad.

# BIBLIOGRAFÍA

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1. ALVARADO, J.,** Propiedades Físicas de la Leche., Ambato-Ecuador., Corpus., 1987., Pp. 32-38.
- 2. BARRIONUEVO, M.,** Elaboración y Evaluación Nutricional de Galletas con Cebada y Frutilla Deshidratada., Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2010., Pp. 25-27.
- 3. BRITO, H.,** Texto Básico de Mecánica de Fluidos., Riobamba-Ecuador., 2006., Pp. 16-29.
- 4. CENGEL, A.,** Termodinámica., 2<sup>a</sup>.ed., Bogotá-Colombia., McGraw-Hill., 1996., Pp. 92,128.

5. **CREUS, A.**, Instrumentación Industrial., 6<sup>a</sup>.ed., Bogotá-Colombia., Alfaomega., 1999., Pp. 1-3.
6. **CRIOLLO, P. Y CUJILEMA, L.**, Plan de Negocios para la Creación de una Empresa de Producción de Colada de Machica en la Provincia de Chimborazo, canto Colta., Facultad de Ciencias Administrativas Escuela de Ingeniería Empresarial de la Escuela Politécnica Nacional., Quito-Ecuador., TESIS., 2009., Pp. 6-10,12.
7. **HIMMELBLAU, D.**, Principios Básico y Cálculos en Ingeniería Química., 2<sup>a</sup>.ed., México., Prentice Hall., 1996., Pp. 141-143.
8. **LUCERO, O.**, Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos., Riobamba-Ecuador., Xerox., 2005., Pp. 1-55.
9. **MCCABE, W.**, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química., 6<sup>a</sup>.ed., México., Mc Graw Hill., 1980., Pp. 20.
10. **OROZCO, M.**, Operaciones Unitarias., 2<sup>a</sup>.ed., México., Limusa., 1996., Pp. 7.
11. **PERRY, J.**, Manual del Ingeniero Químico., 3<sup>a</sup>.ed., México., Mc Graw Hill., 1974., Pp. 552.

12. **SÁNCHEZ, R.**, Producción de Granos y Forrajes., 5<sup>a</sup>.ed., Quito-Ecuador., Noriega., 1990., Pp. 23-24.
13. **SILVA, J.**, Texto Básico de Ingeniería Agroindustrial., Riobamba-Ecuador., Código Desing., 2011., Pp. 10,102.
14. **SUAREZ, V. Y TRUJILLO, D.**, Diseño y Construcción de un Equipo de Prueba de Jarras para la Tratabilidad de Aguas Residuales., Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2011., Pp. 33-37.
15. **TAMAYO, F.**, Evaluación del Contenido de ácido fitico y su Relación con la Biodisponibilidad de Minerales, Proteínas y Lisina en Líneas Avanzadas y/o Variedades de Cebada procesada y no Procesada., Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba–Ecuador., TESIS., 2011., Pp. 13-15.
16. **VALIENTE, A.**, Problemas de Balance de Materia y Energía en la Industria Alimenticia., 2<sup>a</sup>.ed., México., Limusa., 1997., Pp. 19, 20, 49.
17. **VEISSEYRE, R.**, Lactología Técnica., 2<sup>a</sup>. ed., España., Reverte S.A., 1980., Pp. 122.



- 18. VILLACIS, M.,** Elaboración y Evaluación Nutricional de una Bebida Proteica para Infantes a Base de Lactosuero y Leche de Soya., Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba–Ecuador., TESIS., 2011., Pp. 50.
- 19. VILLEGAS, A.,** Manual Básico para Elaborar Productos Lácteos., 2<sup>a</sup>. ed., México., Trillas., 2000., Pp. 13– 16, 20.
- 20. VITERI, P.,** Desarrollo de un Producto Alimenticio: Crema de Chocolate, utilizando Aceite de Palma en Industrial Danec S.A., Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2010., Pp. 20-21,62-65.

## **INTERNET**

### **21. ADITIVOS: Funciones y tipos**

[http://es.wikipedia.org/wiki/aditivo\\_alimentario](http://es.wikipedia.org/wiki/aditivo_alimentario)  
(2012-05-14)

### **22. AZÚCAR: Propiedades**

<http://es.wikipedia.org/wiki/az%C3%bucar>  
(2012-05-27)

### **23. AZÚCAR: Usos**

<http://www.euroresidentes.com/alimentos/azucar.htm>

(2012-06-01)

### **24. CANELA: Características**

<http://fichas.infojardin.com/condimentos/cinnamomum-zeylanicum-canela-canelo-canelero.htm>

(2012-05-18)

### **25. CEBADA: Características nutricionales**

<http://infocebada.galeon.com/nutricional.html>

(2012-03-17)

### **26. CEBADA: Sistema Agroalimentario de la Cebada .INEC.2010.**

[http://www.inec.gov.ec/estadisticas/?option=com\\_content&view=article&id=274&Itemid=247&lang=es&TB\\_iframe=true&height=600&width=1309](http://www.inec.gov.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=274&Itemid=247&lang=es&TB_iframe=true&height=600&width=1309)

(2012-02-17)

### **27. CLAVO DE OLOR: Características**

[http://www.hierbitas.com/nombrecomun/Clavo\\_de\\_olor.htm](http://www.hierbitas.com/nombrecomun/Clavo_de_olor.htm)

(2012-05-18)

**28. DESNUTRICIÓN: Chimborazo**

<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/la-desnutricion-reina-en-chimborazo-297505-297505.html>  
(2012-03-12)

**29. EDULCORANTES: Principales Características**

[www.pdf/carateristica/edulcorantes%20i.htm](http://www.pdf/carateristica/edulcorantes%20i.htm)  
(2012-05-21)

**30. EDULCORANTES: Tipos**

<http://nutricion.nichese.com/edulcorantes.html>  
(2012-05-27)

**31. EMULSIFICANTE: Características y tipos**

[www.scribd.com/doc/526701/Agentes-Emulsificantes#download](http://www.scribd.com/doc/526701/Agentes-Emulsificantes#download)  
(2012-06-01)

**32. ESENCIA DE VAINILLA: Características**

<http://re-zetas.com/esencia/de/vainilla>  
(2012-05-18)

**33. ESPECIAS Y CONDIMENTOS: Características**

<http://vianda.wordpress.com/2008/01/08/especies-y-condimentos/>  
(2012-05-14)

**34. LECHE: Propiedades Físicas**

[http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Leche  
ria.htm](http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Leche%20ria.htm)  
(2012-04-10)

**35. LECHE: Informe Nutricional**

<http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm>  
(2012-04-15)

**36. LECHE: Propiedades**

[http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/lacteos/flash/inter  
faz\\_lacteos\\_m1.swf](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/lacteos/flash/interfaz_lacteos_m1.swf)  
(2012-04-10)

**37. LEYES: Constitución del Ecuador 2008**

[http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-  
2008.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf)  
(2012-02-19)

**38. LEYES: Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria  
Consumo y Nutrición**

[www.ccondem.org.ec/10027.LEY\\_ORGANICA\\_DELREGIMEN\\_D  
E\\_LA\\_SOBERANIA\\_ALIMENTARIA](http://www.ccondem.org.ec/10027.LEY_ORGANICA_DELREGIMEN_DE_LA_SOBERANIA_ALIMENTARIA)  
(2012-02-17)

**39. MACHICA: Beneficios Nutricionales**

<http://www.ricopinoldesalcedo.com/beneficios.html>  
(2012-04-25)

**40. MACHICA: Ecuador**

[www.ministeriopatrimonio.ezn.ec/6578/Machica/Ecuador/revista.ht](http://www.ministeriopatrimonio.ezn.ec/6578/Machica/Ecuador/revista.htm)  
(2012-04-27)

**41. NORMA: Codex Stan 192 - 1995 Norma General Del Codex Para Los  
Aditivos Alimentarios.**

[www.inen.gob.ec](http://www.inen.gob.ec)  
(2012-05-12)

**42. NORMA: NTE INEN 10:2012: Leche Pasteurizada. Requisitos.**

[www.inen.gob.ec](http://www.inen.gob.ec)  
(2012-05-12)

**43. NORMA: NTE INEN 2564:2011 DEBIDAS LÁCTEAS. Requisitos**

[www.inen.gob.ec](http://www.inen.gob.ec)

(2012-05-12)

# ANEXOS

**ANEXOS 1. PROCESO DE TOSTACIÓN DE LA CEBADA**

TOSTADOR DE CEBADA A GAS	PROCESO DE TOSTACIÓN
 	
PROCESO DE TOSTACION DE LA CEBADA ( 15- 20 min)	
	
CEBADA TOSTADA	ENZACADO DE LA CEBADA TOSTADA
	



## ANEXO 2. ELABORACIÓN DE LA MACHICA Y TOMA DE LA MUESTRA

COLOCACIÓN DE LA CEBADA TOSTADA EN EL MOLINO	PROCESO DE MOLIENDA
	 
TOMA DE LA MUESTRA DE LA MACHICA	
 	 

### ANEXOS 3. ELABORACIÓN DE LAS DOS FORMULACIONES DE LA COLADA DE MACHICA

FORMULACIÓN A (90, 69%, 3,52% y 5,73%)	FORMULACIÓN B (91,48%, 3,11% y 5,33%)
	
	
	

## ANEXOS 4. FORMATO DE LA ENCUESTA

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ENCUESTA DE LA COLADA DE MACHICA**

**OBJETIVO:** La presente encuesta tiene fines académicos para la aplicación práctica del proyecto de titulación, por lo que se solicita su entera colaboración y sinceridad en cada una de las respuestas.

### INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Domicilio: \_\_\_\_\_

**INDICACIONES: Marque su respuesta con una X**

### INFORMACIÓN ESPECÍFICA

1. ¿En una o varias veces al mes ha consumido colada de machica en su casa?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Si su respuesta es negativa le agradecemos por el tiempo prestado

2. ¿Con que frecuencia consume usted colada de machica?

Diario \_\_\_\_\_

Semanal \_\_\_\_\_

Quincenal \_\_\_\_\_

Mensual \_\_\_\_\_

3. ¿Al momento de consumir la colada de machica ¿Con qué prefiere acompañarle?

Pan\_\_\_\_\_ Galleta\_\_\_\_\_ Empanadas\_\_\_\_\_ Nada\_\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_\_

**4. ¿Una de las razones para consumir colada de machica es?**

Su sabor \_\_\_\_\_  
Valor Nutricional \_\_\_\_\_  
Por Habito y Tradición \_\_\_\_\_  
Otra \_\_\_\_\_ Cuál\_\_\_\_\_

**5. ¿Qué integrante de su familia de muestra un mayor gusto por la colada de machica?**

Mamá \_\_\_\_\_  
Papá \_\_\_\_\_  
Hermanos \_\_\_\_\_ ¿Qué edad? Menor a 3 años \_\_\_\_\_  
3 – 5 años \_\_\_\_\_  
6 – 12 años \_\_\_\_\_  
13 – 18 años \_\_\_\_\_  
Mayor a 19 años \_\_\_\_\_

**6. ¿Qué textura de la colada de machica le es más agradable?**

Muy Espeso\_\_\_\_\_ Espeso\_\_\_\_\_ Blando\_\_\_\_\_ Muy Blando\_\_\_\_\_

**7. ¿Estaría dispuesto a comprar colada de machica contenida en un envase práctico e higiénico de 250 ml. Sin persegantes ni colorantes y lista para servir?**

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Si su respuesta es negativa le agradecemos por el tiempo prestado

**8. ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen para comprar colada de machica envasada y lista para servir?**

Simplicidad \_\_\_\_\_

Facilidad de consumo \_\_\_\_\_

Ahorro de tiempo \_\_\_\_\_

Puede ser usada para loncheras o refrigerios \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_ Cuál \_\_\_\_\_

**9. ¿Indique cuál o cuáles son los aspectos más importantes que usted considera al momento de realizar una comprar?**

Empaque llamativo \_\_\_\_\_

Contenido nutricional \_\_\_\_\_

Promociones \_\_\_\_\_

Publicidad \_\_\_\_\_

Precio \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_ Cuál \_\_\_\_\_

**10. ¿Qué precio pagaría por un envase de colada de machica de las siguientes cantidades?**

PRECIO		
	200ml	250ml
0,45 – 0,55		
0,56 – 0,65		
0,66 – 0,75		
0,76 – 1,00 dólar		

**ANÁLISIS SENSORIAL DE LA COLADA DE MACHICA**

**INDIQUE: Marque su respuesta con una X**

**1. ¿Cuál de las dos coladas de machica le pareció más agradable?**

El vaso con el Stiker anaranjado \_\_\_\_\_

El vaso con el Stiker rosado \_\_\_\_\_

**Del vaso de colada de machica que le gusto, elija uno o unos de los aspectos más importantes que le agrado de esta bebida**

**Consistencia o textura** \_\_\_\_\_







**Color** \_\_\_\_\_

**Olor** \_\_\_\_\_

**Sabor** \_\_\_\_\_

***Muchas gracias por su colaboración***

**ANEXO 5. PRUEBA DE EMULSIFICACIÓN DEL PRODUCTO**

CANTIDAD DE EMULSIFICANTE EN RELACIÓN AL VOLUMEN DE LA BEBIDA ( 250 ml)		
0,2 g EMULSIFICANTE	0,4 g EMULSIFICANTE	0,6 g EMULSIFICANTE
		
0,8 g EMULSIFICANTE	1 g EMULSIFICANTE	
		
RESULTADO FINAL		
		



**ANEXO 6. VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO FINAL**

REFRIGERACIÓN	TEMPERATURA AMBIENTE
  	 
ACELERADA (30°C)	
	



**ANEXO 7. DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD**

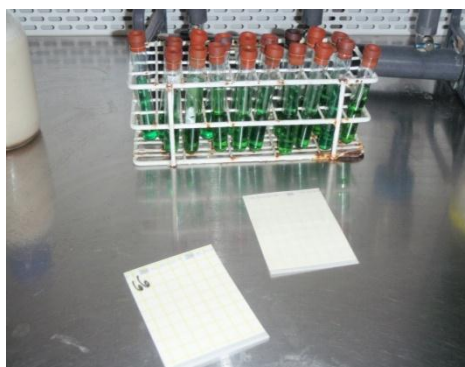
VISCOSÍMETROS DE BROOKFIELD		HUSILLOS DEL VISCOSÍMETRO	
			
DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD			
			
INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS			
			

## ANEXO 8. PROCESOS DE ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE, MACHICA Y LA BEBIDA NUTRITIVA

### ANÁLISIS BROMATOLÓGICO



## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO





## ANEXO 9. INFORME NUTRICIONAL Y ETIQUETADO DEL PRODUCTO FINAL

### INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Información Nutricional			
Tamaño de la porción:(267 g) 250 ml			
Porción por envase:1			
Cantidad por porción			
Energía (Calorías) 398 KJ ( 94 Kcal)			
		% del Valor Diario *	
Grasa total 8g		12%	
Carbohidratos totales 38g		13%	
Fibra dietaria2g		8%	
Proteína 9g		18%	
*Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2 000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas:			
	Calorías	2 000	2 500
Grasa Total	Menos que	65 g	80 g
Gasa Saturada	Menos que	20 g	25 g
Colesterol	Menos que	300 mg	300 mg
Sodio	Menos que	2 400 mg	2 400 mg
Carbohidratos Totales			300 g
Fibra Dietética			25 g
Energía por gramo:			
● Grasa 37 KJ ● Carbohidratos 17KJ ● Proteína 17 KJ			

### ETIQUETADO

Elaborado por:  
Molinera "SAN LUIS"  
Riobamba - Ecuador  
Industria Ecuatoriana

250 ml

Fecha de elaboracion:2012-05-01  
Fecha de vencimiento:2012-06-01  
Reg. San:En trámite  
Lote:001  
P.V.P:0,60

**Machyleche**  
Bebida lactea a base de machica y  
leche

Conservese en refrigeración a 4°C  
Tiempo máximo de consumo 21 días

Disfruta la vida ...  
Contiene Lactosa

**Información Nutricional**  
Tamaño de la porción:(267 g) 250 ml  
Porción por envase:1  
Cantidad por porción  
Energía (Calorías) 398 KJ ( 94 Kcal)  
% del Valor Diario \*  
Grasa total 8g 12%  
Carbohidratos totales 38g 13%  
Fibra dietaria2g 8%  
Proteína 9g 18%  
\*Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2 000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas:  
Calorías 2 000 2 500  
Grasa Total Menos que 65 g 80 g  
Gasa Saturada Menos que 20 g 25 g  
Colesterol Menos que 300 mg 300 mg  
Sodio Menos que 2 400 mg 2 400 mg  
Carbohidratos Totales 300 g  
Fibra Dietética 25 g  
Energía por gramo:  
• Grasa 37 KJ • Carbohidratos 17KJ • Proteína 17 KJ

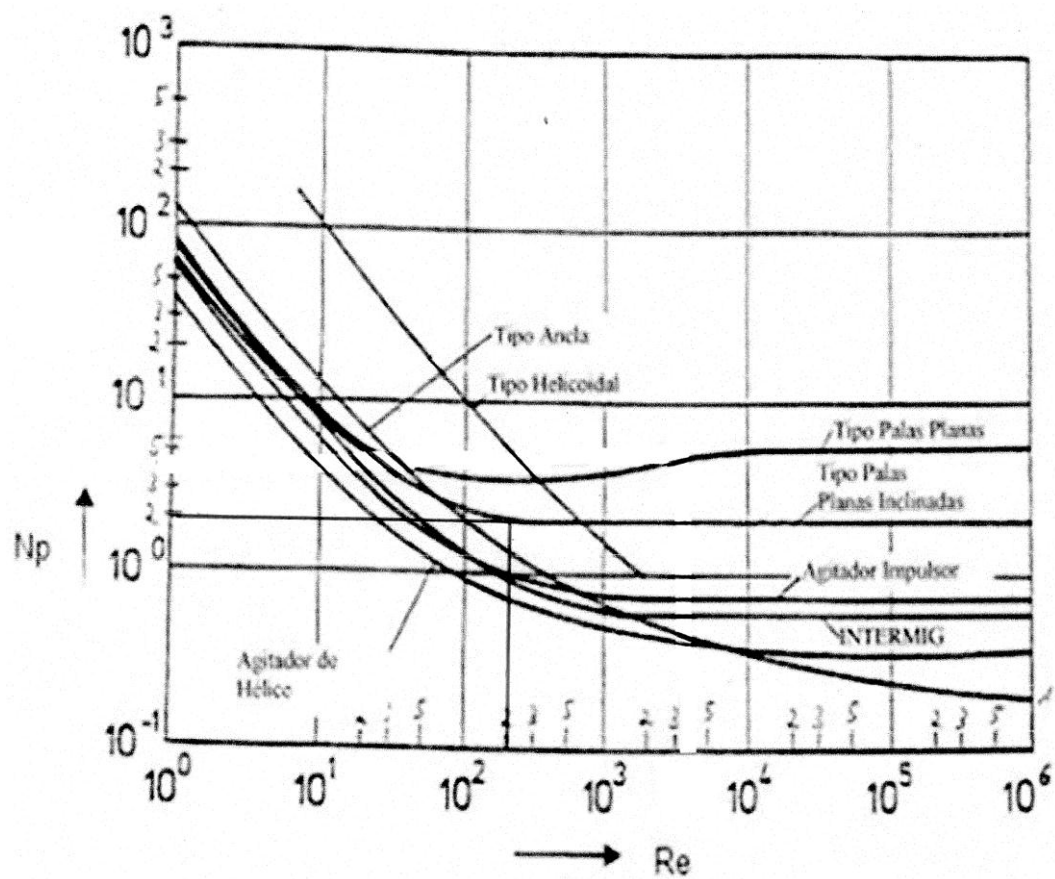
**INGREDIENTES:**  
Leche, Machica, Azúcar y Especies Naturales

**Sin adición de colorantes ni conservantes**  
**Agítase antes de servirse**


**BEBIDA ENERGÉTICA**

## ANEXO 10. GRAFICA DE CORRELACIONES DE POTENCIA



## ANEXO 11. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA BEBIDA

 <b>LABCESTTA</b> Tecnología & Soluciones SGC	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b> Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléf.: (03)2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR
---	--

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	0437
<b>ST:</b>	12 – 0041 ANÁLISIS DE ALIMENTOS
<b>Nombre Peticionario:</b>	Sr. Edison Choto
<b>Atn.</b>	-
<b>Dirección:</b>	Cdla. La Politécnica ; Riobamba, Chimborazo
<b>FECHA:</b>	04 de Abril del 2012
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2012 / 04/ 17 – 16:54
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2012 / 04/ 16 – 11:00
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2012/ 04/ 17 – 2012 /04 / 26
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Bebida de Machica
<b>CÓDIGO LAB-CESTTA:</b>	LAB-Alm 084-12
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	N.A
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	Laboratorio Bromatología ESPOCH CIENCIAS
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Grasa, Humedad, Ceniza, Proteína y Fibra
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Sr. Edison Choto
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.:26.0 °C. T mín.: 21.0 °C

### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE
Grasa	PEE /LAB-CESTTA/102 AOAC/ Gravimétrico	%	2,88	--
Humedad	PEE/LAB-CESTTA/80 AOAC/ Gravimétrico	%	78,74	--
Cenizas	PEE /LAB-CESTTA/101 AOAC/ Gravimétrico	%	0,79	--
Fibra	PEE /LAB-CESTTA/103 AOAC/ Gravimétrico	%	0,52	--
Proteína	PEE /LAB-CESTTA/104 AOAC/ Volumétrico	%	3,43	--

### OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en laboratorio.

### RESPONSABLES DEL INFORME:

  
**BQF. Ximena Carrión**  
 RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL  
E INSPECCION  
LAB - CESTTA  
ESPOCH

  
**Dra. Nancy Veloz M**  
 JEFE DE LABORATORIO



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
AREA DE MICROBIOLOGIA  
Panamericana Sur Km 1 ½ Tel/Fax 03-2960591

EXAMEN MICROBIOLOGICO DE ALIMENTO 065-12

Solicitado por: Edison Choto

Dirección: Cdla Politécnica . Riobamba.

Teléfono: 2944690

Tipo de muestra: Colada de máchica lista para servirse (bebida láctea compuesta)

Marca: NA

Lote:NA

Fecha de Recepción: 07 de mayo de 2012

Código:065-12

01 EXAMEN FISICO

Color: Café claro

Olor: Característico a máchica normal, dulzón, agradable

Aspecto: Solución heterogénea . Se distinguen 3 fases.

02 DETERMINACIONES	METODO USADO Y CONDICIONES DE INCUBACION	VALORES DE REFERENCIA *	VALORES ENCONTRADOS
Determinación del número de microorganismos Aerobios mesófilos U/C/ml.	Método AOAC ( 990.12 Recuento de aerobios en alimentos, film seco rehidratable) 35±1 °C / 48 horas ±3h	50000	4000
Determinación de microorganismos Coliformes totales NMP/ml.	Método INEN 1529-6 Técnica del Número Mas Probable 35±1 °C / 48 ±2h	10	0
Determinación de microorganismos Coliformes fecales y <i>E. coli</i> NMP/ml.	Método INEN 1529-6 Técnica del Número Mas Probable 44.5±1 °C / 48 ±2h	0	0

\*INEN Voluntaria 2564:2011.Bebidas Lácteas Requisitos microbiológicos para la bebida láctea pasteurizada. Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

03 OBSERVACIONES:

FECHA DE ANÁLISIS

Inicio	Final
08/05/12	12/05/12

  
Maritza Yanez Navarrete  
Técnica de Laboratorio  


NOTA: El informe solo afecta a la muestra solicitada a ensayo. El informe no deberá reproducirse en su totalidad previo autorización del laboratorio.